THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY

630.5
JO
V.73

Journal

für

Landwirtschaft.

Im Auftrage der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover

herausgegeben unter Beteiligung der landwirtschaftlichen

Institute, Laboratorien und Versuchsanstalten deutscher Hochschulen.

Unter Mitwirkung von

Dr. Schermer, Professor, Direktor des Tierarznei-Instituts

Dr. E. Blanck, Professor, Direktor des agrikulturchemischen Instituts

Dr. J. Schmidt, Professor, Direktor des Tierzuchtinstituts

Dr. W. Seedorf, Professor, Direktor des Instituts für landw. Betriebslehre

Dr. O. Tornau, Professor, Direktor des landwirtschaftlichen Versuchsfeldes

Dr. F. Lehmann, Geh. Reg.-Rat, Professor Direktor der landwirtschaftl. Versuchsstation

Dr. Rippel, Professor, Direktor des landw.-bakt. Instituts

herausgegeben von

Dr. C. von Seelhorst,
Geh. Regierungsrat, Professor
zu Göttingen.

73. Band.

Mit 1 Tafel und 5 Textabbildungen.

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1925.

630.5
J0
v.73

Inhalt.

Seite

Beschorner, Dr., Zur Düngerwirtschaft der Vereinigten Staaten von Nordamerika 161

Blanck, E., und **Alten, F.**, Zweiter Beitrag zur Frage nach der Vorbehandlung der Böden mit Ammoniak für die Atterberg sche Schlämmanalyse 39

— — Ein weiterer Beitrag zur Wirkung des Zeotokols (Doloritmehls) auf die Pflanzenproduktion 213

— — Untersuchungen über die physiologische Bedeutung der Nährstoffauszüge, ein Beitrag zur Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens auf chemischem Wege 219

Blanck, E., und **Giesecke, F.**, Untersuchungen über das Ausstreuen des Kalkstickstoffs mit Erde 305

Böhme, Dr. **Hermann**, Untersuchungen über die Bewurzelung der Industriekartoffel. (Mit einer Abbildung.) 81

Huxdorff, Werner, Untersuchungen über Entwicklung und Zusammensetzung der Kartoffelpflanze unter dem Einfluß verschiedener Düngung 177

van Lessen, Dr., Einfluß der Staatsgrenze auf die Landwirtschaft, gezeigt durch vergleichende Studien über die betriebswirtschaftlichen Verhältnisse im Kreise Weener und in der Provinz Groningen in der Vor- und Nachkriegszeit. (Mit vier Abbildungen.) 45

Meyer, Dr. phil., **Konrad**, Beiträge zur Genetik des Weizens 241

Neumann, Hans, Die Beeinflussung der Kartoffelknolle durch äußere Verhältnisse 7

Wilhelm Hubert Jakob Esser †. (Hierzu ein Bild) 1

Bücherbesprechungen.

Albrecht, Dr. jur. **Gustav**, Die Verwendbarkeit der G. m. b. H. als Organisationsform des landwirtschaftlichen Betriebes 233

Alverdes, Dr. **Friedrich**, Tiersoziologie 158

Amerikanische Hefte 154

1. 47 annual report of the agricultural Experiment Station of Nebraska 154
2. Effect of Envirement of Potato Degeneration Diseases . . . 154
3. Microsporogenesis of Ginkgo Biloba L. 154
4. Report of operation State Testing Mill. 154

Anleitung für Versuchsringe 74

607879

Seite
Appel, Prof. Dr. **Otto**, Taschenatlas der Kartoffelkrankheiten 148
Armsby, **Henry Prentiss**, und **Moulton**, **C. Robert**, The animal as a converter of Matter and energy 318
Babowitz, **K.**, Ratgeber zur Sortenwahl 74
Baumgärtel, **Traugott**, Vorlesungen über landwirtschaftliche Mikrobiologie 67
— —, Grundriß der theoretischen Bakteriologie 67
Baur, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung . . 71
Baur, Dr. phil. **Erwin**, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung 78
Becker, **J.**, Handbuch des gesamten Gemüsebaues einschließlich des Gemüsesamenbaues, der Gewürz-, Arznei- und Küchenkräuter . . 77
— —, Handbuch des gesamten Gemüsebaus einschließlich des Gemüsesamenbaues, der Gewürz-, Arznei- und Küchenkräuter 149
Beiträge zur Pflanzenzucht. 7. Heft 147
Berichte über Landwirtschaft. Neue Folge, Band II. Heft 1 . . . 74
Bijdragen tot de kennis van de Provincie Groningen en omgelegen Strecken 160
Bünger, Prof. Dr., Bericht der preußischen Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in Kiel 240
Der kleine Brockhaus 152
Deutsche Monatsschrift für Arbeitsdienstpflicht 157
Die Technik in der Landwirtschaft 80
Driehaus, Dr., Körperform und Leistung in der schwarzbunten Elbmarschzucht 240
Duysen, Dr. **Franz**, Unkräuter 317
Ellenberger und **Scheunert**, Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haussäugetiere 156
Erhebungen über die Rentabilität der Geflügelhaltung 157
Erlebnisse und Erfahrungen nach dem Kriege von Graf Joseph Mailath 231
Escherich, Prof. Dr. **K.**, und **Stellwaag**, Prof. Dr. **Fr.**, Anzeiger für Schädlingskunde 75
Feilitzen, **von**, Den lokala Gödslingsförsöks-Verksamheten 79
Fischer, Diplomlandwirt **Josef**, Die Dauerwiese 146
Fruwirth, Professor **C.**, Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Band III 145
Graebner, Dr. **Paul**, Handbuch der Pflanzenkrankheiten 77
Hagemann, **O.**, Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Haussäugetiere 148
Hager, Dr. **Georg**, Die Methoden zur Untersuchung der Bodenkolloide und ihrer Eigenschaften 73
Hansen, **J.**, Leistungsprüfungen mit Rinderschlägen. I. Ostpreußen . 157
Heimerle, Über Drainagen 152
Heuser, Dr phil. **Otto**, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenernährung 78
Kiehl, **A. F.**, Die deutsche Landwirtschaft gewährleistet die volle Ernährung des deutschen Volkes 233

Seite
Klimmer, Dr. **Martin**, Veterinärhygiene 155
Knuth, Prof. Dr., Jahresbericht der Preußischen landwirtschaftlichen Versuchs- und Forschungsanstalten in Landsberg a. d. Warthe . 235
Lippmann, Prof. Dr. **Edmund O. von**, Geschichte der Rübe (Beta) als Kulturpflanze 156
Lüders, Güterdirektor **W.**, Die Erhöhung der landwirtschaftlichen Arbeitsleistungen durch Anwendung des Taylorsystems 158
Mach, Prof. Dr. **F.**, Jahresbericht für Agrikulturchemie 79
Marquart, **B.**, Eilhardt Mitscherlichs Lehre von der Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens 234
Maschenz, **Guido**, Dünnhaupts Studien- und Berufsführer. Band 9: Landwirtschaft 232
Maschhaupt, **J. G.**, De Inflora 157
Maurizio, Professor Dr. **A.**, Die Nahrungsmittel aus Getreide . . . 146
— —, Die Nahrungsmittel aus Getreide 234
Memoires de L'institut agronomique et forestier d'état de la Bèlarussie Livraison quatrième, cinquieme et sixième 239
Mitteilungen des schweizerischen Bauernsekretariats Nr. 79, 80, 81 238
Miosge, **Kurt**, Die Zweckmäßigkeit der Futtergaben an Milchvieh in landwirtschaftlichen Klein-, Mittel- und Großbetrieben 317
Müller-Lenhartz, Dr. **W.**, Hygienische Milchgewinnung 237
Neye, Diplomlandwirt **L.**, Die Pflanzenbaulehre 159
Niggl, Ökonomierat **Ludwig**, Das Grünland in der neuzeitlichen Landwirtschaft 231
Osten, **Hermann**, Elektrofutter, Grundlagen der Frischhaltung von Saftfutter durch Elektrizität 67
Potonié, Dr. **Robert**, und **Seitz**, Dr. **Otto**, Geologie 159
Popoff, **M.**, und **Gleisberg**, **W.**, Zellstimulations-Forschungen 68
Reprints from Journal of agricultural Research-Departement of Agriculture 152
1. Relative Woter Requirement of Plants 152
2. An automatic transpiration Scale of large Capacity for use with freely exposed plants 152
3. Hourly transpiration rate on clear days as determined by cyclic environ-mental factors 153
4. Daily transpiration during the normal growth period and its correlation with the weather 153
5. Comparison of the hourly evaporation rate of atmometers and free water surfaces with the transpiration rate of medicago sativa 153
6. Fungus fairy rings in eastern Colorado and their effect on vegetation 153
Richtlinien für den Bau von Grünfutterbehältern 232
Ritter, Dr. **Kurt**, Zum Problem der Agrarzölle in Deutschland . . . 72
— —, Soll die Deutsche Landwirtschaft sich nach dänischem Muster auf den Export umstellen? 149
— —, Die Notwendigkeit von Agrarzöllen in neuer Beweisführung . 151

Seite

Roeder, Dr. **Hans**, Der Käsereiberuf und andere milchwirtschaftliche Berufsarten 145
Roemer, Prof. Dr., Der Feldversuch 75
Schindler, Prof. Dr. **Franz**, Beiträge zum landwirtschaftlichen Pflanzenbau insbesondere Getreidebau 147
Schneidewind, Prof. Dr. **W.**, Neunter Bericht über die Versuchswirtschaft Lauchstedt und zweiter Bericht über die Versuchswirtschaft Groß-Lübars 159
Schweizerisches Bauernsecretariat 154
1. Untersuchungen betreffend die Rentabilität der schweizerischen Landwirtschaft im Erntejahre 1922/23 (1. März 1922 bis 28. Februar 1923) 154
2. Dieselben Untersuchungen für das Erntejahr 1923/24 . . . 154
3. Nr. 76 der Mitteilungen. Die Viehverpfundung 154
4. Nr. 77 der Mitteilungen. Siebenundzwanzigster Jahresbericht 154
5. Erhebungen über den Betrieb und die Rentabilität der Bienenzucht im Jahre 1923 154

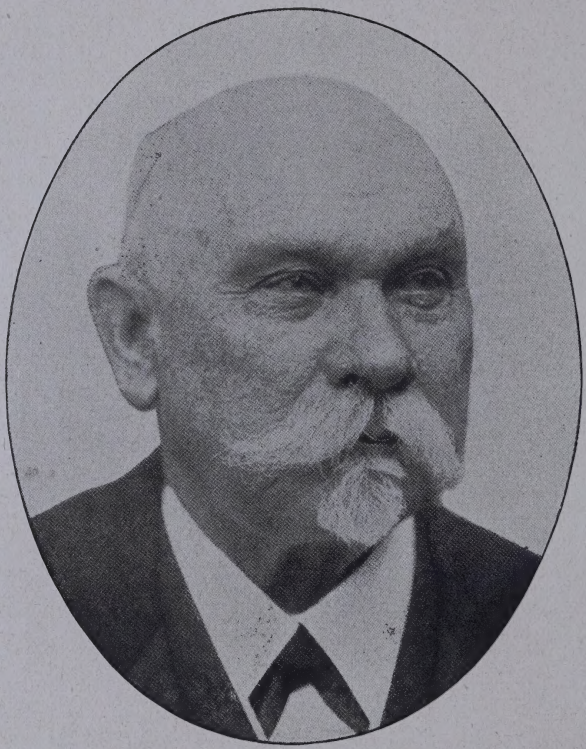
Sonderdrucke des Journal of Agricultural Research 153
1. Types of vegetation in the semiarid portion of the United states and their economic significance 153
2. Indicator Significance of the natural vegetation of the southwestern desert region 153

Sorauer, Paul, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 5. Aufl. Bd. 1 . 150
— —, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 4. Aufl. Bd. 4 235
Steinert, Johannes, Der Torf und seine Verwendung 151
Uber, Dr. phil. **J. E.**, Amerikanische Landwirtschafts-Mechanik . . . 234
Vereeniging tot Exploitatie eener Proefzuivelboerderij te Hoorn . . 79
Vollkart, Dr. **A.**, Bericht über die Tätigkeit der schweizerischen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Oerlikon 1920—23. 233
Waeser, Dr. Ing. **Bruno**, Stickstoffindustrie 72
Wimmer, Professor Dr. **Emil**, Die Lehre vom Forstschutz 70
Wölfer, Dr. **Th.**, Grundsätze und Ziele neuzeitlicher Landwirtschaft 9. Auflage 76

Druckfehlerverzeichnis.

Seite 152 4. Zeile von unten water statt woter.
Seite 154 20. Zeile von unten Secretariat statt Piratorium.

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS



Wilhelm Hubert Jakob Esser †.

Wilhelm Hubert Jakob Esser†.

Hierzu 1 Bild.

Am 22. April 1925 verschied in Göttingen nach langem schwerem mit großer Geduld getragenen Leiden der ord. Honorar-Professor an der Universität Göttingen Geh. Med.-Rat Dr. med. und Dr. med. vet. h. c. Wilhelm Jakob Hubert Esser im 82. Jahre seines arbeitsreichen und reich gesegneten Lebens.

Geboren am 21. Juli 1843 in Grimlingshausen bei Neuß a. Rh. als Sohn eines Gutsbesitzers wandte er sich nach Absolvierung des Abiturienten-Examens aus Liebe zu den Tieren dem Studium der Tierheilkunde in Berlin zu und erhielt dort Ostern 1868 die Approbation als Tierarzt I. Klasse. Den Sommer 1868 benutzte er zu Studienreisen. Im Herbst kehrte er, um das Studium der Medizin zu beginnen, nach Berlin zurück, vertauschte aber im Herbst 1869 Berlin mit Halle. Am 5. Juli 1872 promovierte er mit einer Arbeit über die Geschichte des Aderlasses an der medizinischen Fakultät der Universität Halle zum Doktor der Medizin, nachdem er kurz vorher die Approbation zum Kreistierarzt erhalten hatte. In diese Studienzeit fiel der Feldzug 1870/71, den er im 2. Reserve-Husaren-Regiment mitmachte. Er erwarb sich das eiserne Kreuz II. Klasse, ein Ehrenzeichen, das ihm von all den vielen, die später seine Brust zierten, das liebste war.

Nach Abschluß seiner Studien wurde er zunächst Repetitor an der tierärztlichen Hochschule in Hannover. 1873 wurde er als Lehrer der Tierheilkunde nach Göttingen berufen, wurde hier 1875 zum a. o. Professor, 1890 zum o. Honorar-Professor in der medizinischen Fakultät ernannt und erhielt den Charakter als Geheimer Medizinalrat.

Esser ist trotz wiederholter ehrenvoller Berufungen auch nach seiner 1921 erfolgten Emeritierung Göttingen treu geblieben. Er hat fast 50 Jahre hier als Lehrer an der Universität und als praktischer Tierarzt gewirkt. Hier hat sich somit der größte Teil seines Lebens und seiner Lebensarbeit abgespielt. Allen denen, die das Glück gehabt haben, ihm während dieser Zeit näher zu treten, wird er unvergessen bleiben. Sein vortrefflicher Charakter, seine Gradheit und Schlichtheit, seine gleichmäßige Liebenswürdigkeit gegen Hoch und Niedrig, seine wahrhaft vornehme Gesinnung, sowie Bereitwilligkeit zu helfen, wo er nur konnte, seine Treue gegen seine Freunde, seine heiße Vaterlandsliebe, sein goldener Humor brachten ihm Liebe und Verehrung von allen Seiten ein. Wer Rat brauchte und sich mit einer Bitte um Rat an ihn wandte, war sicher, einen guten Rat von ihm zu erhalten, zu dem sein klarer Verstand und seine reiche Lebenserfahrung ihn befähigten. Und dem Rat folgte häufig die Tat dort, wo es ihm möglich war und erforderlich schien.

Das Vertrauen zu ihm war infolge dieser Eigenschaften in den weitesten Kreisen ein allgemeines und veranlaßte im Jahre 1887 die nationalliberale Partei der Kreise Göttingen und Münden, ihm ein Reichstagsmandat anzuvertrauen.

Unermüdlich in seiner Tätigkeit suchte er Erholung und Kräftigung zu neuer Arbeit als weidgerechter Jäger in seinen geliebten Bergen von Friedland und Großschneen. Aber die Jagd war ihm nicht die Hauptsache. Es war die Freude an der Natur, die ihn auch in den Schonzeiten immer wieder dahin zog.

Diese Eigenschaften machten es auch erklärlich, daß er in den Kreisen der Kollegen der gesamten Universität, besonders auch seiner näheren Fachgenossen eine hochgeachtete Stellung einnahm und daß ihm allgemein das größte Vertrauen entgegengebracht und die größte Verehrung gezollt wurde.

Aus diesen Gefühlen heraus überreichten ihm seine Kollegen des landwirtschaftlichen Instituts zu seinem 70. Geburtstag eine Festschrift, der sein Bild vorgedruckt war mit folgender Widmung:

„Herrn Geh. Med.-Rat Professor o. h. Dr. med. und Dr. med. vet. h. c. Wilhelm Hubert Jakob Esser, dem hochgeschätzten Kollegen, welcher seit 40 Jahren das Tierarznei-Institut unserer Universität verwaltet, seinen Studenten ein verehrter Lehrer und Berater und den tierärztlichen Kreisen

ein Führer im weitesten Sinne ist, welchem die Tierheil- und Tierseuchenkunde, die größten Dienste verdankt, dessen treuer Freundschaft und liebenswürdiger Kollegialität wir uns, so lange wir ihn kennen, stets erfreut haben, dem Mitarbeiter am Journal für Landwirtschaftschaft, widmen wir im Verein mit dem Verleger des Journals als äußeres Zeichen unserer hohen Wertschätzung dies Heft mit unseren Beiträgen.

Wir wünschen ihm von ganzem Herzen Glück zu seinem 70. Geburtstage und hoffen ihn noch lange in aller Tätigkeit, Gesundheit und Kraft in unserer Mitte zu sehen.

Ehrenberg, Fleischmann, Frölich, Koch,
Lehmann, v. Seelhorst, Tollens.

Seine Schüler, denen er häufig als älterer Kamerad und Freund entgegentrat, verehrten in ihm neben dem vorbildlichen Mann und Charakter den ausgezeichneten Lehrer, der es verstand, die Wissenschaft mit dem Leben dadurch zu verbinden, daß er, wo es anging, Beispiele aus seiner tierärztlichen Praxis als Belege für das Gesagte anführte. Seine Vorlesungen erhielten dadurch einen besonderen Reiz.

Seine Wirksamkeit beschränkte sich aber nicht auf die Ausübung seiner Berufsgeschäfte. Er stellte sich als Tierarzt und als Vaterlandsfreund auch der Allgemeinheit zur Verfügung.

Als Tierarzt erwarb er sich, abgesehen von seiner erfolgreichen praktischen Tätigkeit, bei der er besonders als glücklicher Operateur weithin bekannt geworden, die größten Verdienste um die Hebung des tierärztlichen Standes. Dies ist von den Tierärzten ganz Deutschlands stets dankbar anerkannt worden. In welchem Maß sie den Verstorbenen als einen ihrer Führer verehrten und liebten, zeigte sich an seinem 70. Geburtstage, an welchem ihm von dem deutschen Veterinärrat ein in Silber ausgeführter Kranz von 58 Lorbeerblättern als Ehrengabe überreicht wurde. Jedes dieser Blätter enthielt den Namen eines tierärztlichen Land- oder Provinzialvereins und sonstiger tierärztlicher Organisationen. Aus allen Teilen des Reiches waren Tierärzte zur Feier dieses Geburtstages nach Göttingen geeilt.

Ein äußeres Zeichen der allgemeinen Verehrung, die der Verstorbene unter der Tierärzten genoß, sind ferner die meist sehr künstlerisch ausgeführten Ehrenmitglieddiplome folgender tierärztlicher Verbände: Der tierärztliche Verein Hamburg und Umgebung,

die tierärztlichen Vereine der Provinz Brandenburg und Posen, der tierärztliche Zentralverein in Halle a. S., der Verein der Tierärzte des Reg.-Bez. Hildesheim, der Verein der badischen Tierärzte, der rheinische tierärztliche Verein, der tierärztliche Kreisverein Oberbayern und München, der Verein der thüringer Tierärzte zu Erfurt, der Verein Münchener Tierärzte.

Die tierärztliche Hochschule Berlin übertrug ihm die Würde eines Dr. med. vet. ehrenhalber.

Auch an seinem 80. Geburtstage erhielt Esser zahlreiche Glückwünsche aus tierärztlichen Kreisen ganz Deutschlands, in denen die Dankbarkeit, Liebe und Verehrung für ihn zum Ausdruck kam.

Neben diesen sind besonders die Segenswünsche der vielen Witwen und Waisen seiner verstorbenen tierärztlichen Kollegen, denen er als helfender Freund zur Seite gestanden hatte, zu nennen.

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß die große Zahl der Assistenten, die Esser im Laufe seiner fast 50jährigen Tätigkeit zur Seite gestanden haben, mit der größten Liebe und Verehrung an ihrem vorbildlichen Chef, der ihnen nicht nur Lehrer, sondern auch väterlicher Freund war, hingen und keine Gelegenheit versäumten, ihm ihre Anhänglichkeit und Dankbarkeit zu beweisen.

Die praktische Tätigkeit als Tierarzt brachte Esser mit der praktischen Landwirtschaft, der er entsprechend seiner Abstammung als Landwirtssohn stets eine besondere Liebe und ein reges Interesse und Verständnis entgegengebracht hat, in nächste Berührung. Der land- und forstwirtschaftliche Hauptverein Göttingen-Grubenhagen und der Kreisverein Göttingen zeigten ihm ihre Dankbarkeit für seine Tätigkeit durch Verleihung der Ehrenmitgliedschaft. Eine große Zahl von Landwirten aus der näheren und weiteren Umgebung Göttingens gaben ihm die letzte Ehre.

Seine Würdigung des Kriegervereinswesens und seine Vorliebe für dieses brachten ihn auch in regste Verbindung mit einer ganzen Reihe dieser Vereine. Der Verband der südhannoverschen Kriegervereine wählte ihn zum Vorsitzenden. Der Göttinger Kampfgenossen-Verein übertrug ihm den Ehrenvorsitz, der Göttinger Garde-Verein, der Kavallerie- und Artillerie-Verein, der Göttinger Krieger-Verein, der Landwehr-Verein verliehen ihm die Ehrenmitgliedschaft.

Als Vorsitzender des südhannoverschen Kriegerbundes hat sich Esser große Verdienste durch seine unermüdliche Sorge um das Wohl der Kriegerwitwen und -waisen erworben. Zahlreich sind die Witwen und Waisen, die seiner in Liebe und Dankbarkeit dafür gedenken, daß er stets Zeit für ihre Anliegen hatte und zu helfen wußte, wo es am nötigsten war.

Besondere Verdienste hatte sich Esser auch durch die Einrichtung und langjährige Leitung der Sanitätskolonne in Südhannover erworben, deren segensreiche Tätigkeit während des Krieges unvergessen ist. Welche Liebe und Verehrung er sich bei den Mitgliedern dieser Organisation erworben hatte, zeigte sich durch ihre Beteiligung an seinem Begräbnis, bei welchem eine Anzahl von ihnen den Sarg zum Grabe trug.

Als Herausgeber des Journals für Landwirtschaft muß der Unterzeichnete auch hier der stets bereitwilligen und wertvollen Mitarbeit Essers an dieser Zeitschrift dankbarst gedenken.

Zum Schluß muß noch wenigstens mit einigen Worten die glühende Vaterlandsliebe des Verstorbenen betont werden. Groß und brennend war sein Schmerz über den durch die Lügen- und Hetzpropaganda der äußeren und inneren Feinde verursachten Zusammenbruch des Vaterlandes und über alle die furchtbaren Folgen, die dieser für Land und Volk gebracht hat. Schwer litt er als treuer Sohn seines Rheinlandes unter den Berichten über die verbrecherischen Drangsalierungen, welche seine Landsleute durch den schurkischen Erbfeind erdulden mußten.

Das Angeführte zeigt, wie umfangreich seine Tätigkeit gewesen ist, wie segensreich er nicht nur in seinem Beruf, sondern weit über diesen hinaus im öffentlichen Leben gewirkt hat. Ein echter deutscher Mann ist dahingegangen, dessen Andenken aber von allen, die ihn kannten, vor allem aber von seinen näheren Freunden und Mitarbeitern in treuem und dankbarem Herzen bewahrt werden wird.

von Seelhorst.

Die Beeinflussung der Kartoffelknolle durch äußere Verhältnisse.

Von

HANS NEUMANN.

Die Kartoffelknollen stellen die verdickten Enden der unterirdischen Zweige der Kartoffelpflanze dar. Die Stengelnatur geht am deutlichsten aus den Augen hervor, die kleine Gruppen von Seitenknospen sind. Die Form der Kartoffelknolle ist je nach der Sorte verschieden und schwankt innerhalb der Sorte[1]), doch läßt sich die typische Form mit genügender Sicherheit feststellen. Sie wird bestimmt durch die drei Dimensionen der Länge, Breite und Tiefe und weist für die einzelnen Sorten ein bestimmtes Verhältnis auf. Für den Versuch wurde die Sorte „Heideperle" genommen, die durch Staudenauslese aus der englischen Sorte „Up to date" in Ebstorf hervorgegangen ist. Der Knollentypus nach Snell[2]) für die Gruppe „Up to date" ist: langoval, breit, etwas platt. Um ein Bild der Knollenform zn bekommen, wurde die Breite gleich 100 gesetzt und die Länge und Tiefe im Verhältnis dazu ausgedrückt. Dabei zeigt sich, daß die so erhaltenen Verhältniszahlen nicht gleich bleiben, sondern deutlich mit Zunahme der Größe der Knolle die Länge stärker wächst als Breite und Tiefe. Folgende Zahlen veranschaulichen das Gesagte:

Größe der Knollen in cm	Verhältnis
7,7 : 5,6 : 4,5	138 : 100 : 79
4,9 : 4,2 : 3,3	118 : 100 : 79

Die Form der Kartoffel ist durch äußere Faktoren beeinflußbar. Untersuchungen über die Modifikationen unterirdischer Pflanzenteile liegen in großer Anzahl vor, doch sind für die

[1]) Snell, Kartoffelsorten S. 21.
[2]) Ebenda S. 59.

Kartoffeln erst wenige Beobachtungen hierüber vorhanden und sind auch meistens allgemeinerer Art. Es hat aber praktischen Wert, zu wissen, in welcher Richtung und wie weit die Form der Kartoffelknolle durch bestimmte äußere Faktoren beeinflußbar ist. Es sollte die Aufgabe dieser Arbeit sein, durch fest umgrenzte Versuche eine mögliche Veränderung der Form der Kartoffelknolle festzustellen. Außerdem wurden im Anschluß daran noch einige Untersuchungen der Kartoffelschale gemacht, die, wie ältere Versuche zeigen, den Modifikationen stark unterworfen ist.

Anordnung des Versuches.

Von den Faktoren, die eine Beeinflussung ausüben, wurden gewählt: Feuchtigkeit, Düngung unter besonderer Berücksichtigung des Stickstoffes, Bodenbearbeitung und verschiedene Bodenarten. Zur Feststellung des Einflusses der Feuchtigkeit standen 108 Vegetationstöpfe von 25 cm Lichtweite und 32 cm Höhe zur Verfügung. Die Hälfte der Töpfe wurde mit diluvialem Lehm aus dem Leinetal, die andere Hälfte mit einem Gemisch von Humus und Sand im Verhältnis 1:1 gefüllt. Je 18 Töpfe mit Lehm und humosem Sand wurden auf gleicher Höhe der Wasserkapazität gehalten. Geprüft wurden drei verschiedene Höhen der Feuchtigkeit und zwar von 40, 55 und 75% der vollen Wasserkapazität. Von den 18 Töpfen gleicher Feuchtigkeit erhielten je 6 Töpfe eine verschiedene Düngung von K + P, K + P + N und 3 (K + P) + 2N. Die Höhe der Düngung betrug je Topf 1,5 g K_2O, 1 g P_2O_5 und 1 g N in Form von 40prozent. Kalisalz, Superphosphat und schwefelsauren Ammoniak. Der Plan des Topfversuches ist auf Seite 9 oben angegeben.

Außerdem wurden noch je 12 Töpfe mit Lehmboden und humosem Sand aufgestellt, die zwar bei gleicher Düngung aber wechselnder Feuchtigkeit gehalten wurden. Je 6 Töpfe mit Lehm und humosem Sand erhielten während der ersten Hälfte der Vegetationszeit so viel Wasser, daß sie stets 40%, in der zweiten Hälfte stets 75% der vollen Wasserkapazität zeigten. Je 6 Töpfe wurden umgekehrt behandelt. Leider mußten die Töpfe, die zuerst eine Feuchtigkeit von 75% hatten, in der zweiten Hälfte der Vegetationszeit auf der Höhe von 55% anstelle der beabsichtigten 40% gehalten werden, da sich die Pflanzen schon so

Anordnung der Topfversuche.

1.

Lehm			humoser Sand		
Nr.	Wasser in Proz. der Kapazität	Düngung	Nr.	Wasser in Proz. der Kapazität	Düngung
1—6		K + P	55—60		K + P
7—12	40%	K + P + N	61—66	40%	K + P + N
13—18		3(K + P) + 2N	67—72		3(K + P) + 2N
19—24		K + P	73—78		K + P
25—30	55%	K + P + N	79—84	55%	K + P + N
31—36		3(K + P) + 2N	85—90		3(K + P) + 2N
37—42		K + P	91—96		K + P
43—48	75%	K + P + N	97—102	75%	K + P + N
49—54		3(K + P) + 2N	103—108		3(K + P) + 2N

stark entwickelt hatten, daß sie bei geringerer Wassermenge vertrockneten. Die Anordnung ist aus folgender Tabelle ersichtlich.

2.

Nr.	Boden	Wasser in Proz. der Kapazität	Düngung
110—116 . . .	Lehm	bis 24. Juli 40%	K + P + N
123—128 . . .	humoser Sand	ab 24. „ 75 „	
116—122 . . .	Lehm	bis 24. „ 75 „	
129—136 . . .	humoser Sand	ab 24. „ 55 „	

Um die Entwicklung der Kartoffel zu verschiedenen Vegetationszeitpunkten beobachten zu können, wurde noch ein Topfversuch angesetzt, bei dem die Pflanzen in vier aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten aufgenommen wurden.

Für die Feldversuche stand eine Gesamtfläche von 700 qm auf dem Göttinger Versuchsfelde zur Verfügung. Es wurden folgende Faktoren variiert: Düngung, Standweite und Bodenbearbeitung. An Düngung wurde gegeben: Stickstoff in Form von Natronsalpeter, schwefelsaurem Ammoniak und Harnstoff, Stallmist und Stallmist + K + P + N. Die verabreichte Menge an Dünger betrug 2 Ztr. schwefelsaures Ammoniak, 1 Ztr. 50prozent. Kali und $^3/_4$ Ztr. Superphosphat pro Morgen. Die Standweite wechselte zwischen 80 × 50 cm, 40 × 50 cm und 40 × 25 cm, was einer Standraumfläche von 4000 qcm, 2000 qcm bezw. 1000 qcm entspricht. Die Bodenbearbeitung war insofern verschieden, als ein Teil der Versuchsreihen intensiv bearbeitet und gehäufelt wurde, während die Ver-

gleichsreihen nur soweit gehackt wurden, daß sie unkrautfrei waren, und eine Behäufelung unterblieb. Jeder Versuch wurde dreimal wiederholt. Die Größe der Teilstücke richtete sich nach dem Flächeninhalt, den 30 Pflanzen einnahmen. Die Anlage des Versuches geht aus der folgenden Übersicht am besten hervor. Die Wiederholungen sind nicht miteingezeichnet.

Stalldung behäufelt		
4000 qcm	2000 qcm	1000 qcm
I_1	I_2	I_3
Stalldung unbehäufelt		
4000 qcm	2000 qcm	1000 qcm
II_1	II_2	II_3
Stalldung + (K + P + N) behäufelt		
4000 qcm	2000 qcm	1000 qcm
III_1	III_2	III_3
Stalldung + (K + P + N) unbehäufelt		
4000 qcm	2000 qcm	1000 qcm
IV_1	IV_2	IV_3
ohne Stalldung behäufelt		
4000 qcm	2000 qcm	1000 qcm
V_1	V_2	V_3
ohne Stalldung unbehäufelt		
4000 qcm	2000 qcm	1000 qcm
VI_1	VI_2	VI_3

Die Versuche mit den verschiedenen Stickstoffdüngern wurden normal bearbeitet, und gehäufelt. Die Teilstücke erhielten eine Düngung von 40 Pfd. reinem Stickstoff je Morgen.

Die Versuche mit verschiedenen Bodenarten wurden in 40 von Herrn Geheimrat v. SEELHORST angelegten Steinkästen durchgeführt. Es handelt sich um 4 Bodenarten mit je 10 Kästen; jeder Steinkasten mißt 1 qm in der Oberfläche und wurde mit 4 Pflanzen besetzt. Alle Kästen erhielten eine Grunddüngung von 10 g K_2O und 5 g P_2O_5 und je 5 Kästen eine Düngung von 8 g N in Form von Ammoniak, was einer Düngung von 50 Pfd. K_2O, 25 Pfd. P_2O_5 und 40 Pfd. N je Morgen entspricht.

Als Versuchssorte diente, wie schon erwähnt, Heideperle aus Ebstorf. Die Versuchspflanzen waren durch Ausstechen je eines

Auges, das mit einer bestimmten Menge Fleischansatzes versehen war, aus den Kartoffelknollen gewonnen worden. Während beim Auspflanzen ganzer Knollen das Ausgangsmaterial hinsichtlich Triebzahl und Gewicht des Nährstoffvorrates große Ungleichheiten aufweist, wird durch dieses Verfahren eine größere Gleichheit für diese beiden Faktoren bewirkt. Unterschiede einer verschiedenen Wertigkeit der Augen sind natürlich nicht zu vermeiden, wenn auch nur Kronenaugen zur Verwendung kamen.

Die Augen wurden vom 11.—14. April ausgestochen, in Kästen mit Sand gesteckt und im Warmhaus vorgetrieben. Nach 4 Wochen hatten sie eine Höhe von 15—20 cm erreicht und wurden dann aufs Feld bezw. in die Töpfe verpflanzt. Das Auspflanzen aufs Feld geschah vom 15.—20. Juni. Da das Wetter warm war und genügend Regen fiel, wuchsen die Pflanzen gut an, so daß wenig Fehlstellen nachzupflanzen waren. Die Witterung des Versuchsjahres war im Anfang der Entwicklung der Kartoffelpflanzen günstig. Es herrschte warmes trocknes Wetter mit gelegentlichen geringen Niederschlägen. Von der zweiten Hälfte des Juni an wurde die Witterung sehr niederschlagsreich. Durch das feuchtwarme Wetter schossen besonders die mit Stallmist gedüngten Teilstücke sehr stark ins Kraut. Die Niederschlagsmengen des Versuchsjahres im Vergleich zum Vorjahr zeigt folgende Übersicht:

Monat	Regenhöhe in Millimeter		Lufttemperatur 6 Uhr abends	
	1924	1923	1924	1923
April	64,8	55,0	9,2	10,0
Mai	68,6	126,0	18,3	13,7
Juni	48,7	62,9	18,6	13,0
Juli	91,0	51,7	19,7	21,8
August	130,7	61,2	17,3	18,4
September . . .	114,8	45,4	16,0	15,5

Die feuchtwarme Witterung des Augusts begünstigte im starken Maße das Auftreten der Phytophthora infestans, die in diesem Jahre sehr verbreitet war. Am 13. August machten sich die ersten Anzeichen der Kartoffelkrankheit bemerkbar. Am 15., 18. und 23. des Monats wurden die Kartoffeln mit einer 2 prozent. Kupferkalkbrühe gespritzt. Der üppige Stand der Kartoffelpflanzen erschwerte die Bespritzung außerordentlich, und bald folgender Regen machte zum Teil diese Bekämpfungsmaßregel

wirkungslos. Anfang September waren die Blätter der mit Stallmist gedüngten Parzellen gänzlich vernichtet, während die Teilstücke ohne Stallmist sowie die nur mit N gedüngten und die Pflanzen in den Steinkästen weniger stark unter der Kartoffelkrankheit zu leiden hatten. Die letzteren zeigten bis zur Ernte noch frisches Laub. Die Ernte begann am 11. September und war am 19. des Monats beendet. Durch den Befall der Kartoffeln mit der Kartoffelkrankheit ist die Vegetationszeit für den Feldversuch um 2—3 Wochen verkürzt worden. Zum größten Teile waren die Knollen ausgewachsen, so daß die morphologischen Eigenschaften zur Untersuchung gelangen konnten, während von der Bestimmung des Stärkegehaltes beim Feldversuch abgesehen werden mußte. Die Übereinstimmung der Resultate des Vegetationsversuches mit denjenigen des Feldversuches rechtfertigen eine Auswertung des letzteren.

Beobachtungen über das Wachstum der Knolle.

Eine genaue Beschreibung und grundlegende Arbeit der Entwicklungsgeschichte der Knolle bringt DE VRIES in seinen Aufsätzen in den landwirtschaftlichen Jahrbüchern 1878, aus denen kurz folgendes angeführt sei. Die Spitze des unterirdischen Ausläufers schwillt zur Knolle an. Welche Ursachen die Anschwellung bedingen ist noch unklar. Bei ihrer Anlage besteht die Knolle noch aus einer viel geringeren Anzahl von Stengelgliedern als im reifen Zustande. Die Blattschuppen sind an der jugendlichen Kartoffel sehr deutlich entwickelt und groß; später bleiben sie im Wachstum zurück, und die Knolle trägt nur noch die Narbe, die als Augenbogen bezeichnet wird. Anfangs sind die Internodien noch zu erkennen, werden aber durch das Dickenwachstum immer undeutlicher und sind an der reifen Knolle nur noch durch die Anzahl der Augen zu zählen. Das Längenwachstum findet vorwiegend in der gleich unterhalb der Endknospe liegenden Region statt. Dadurch werden die Augen oder Seitenknospen, die dort sehr dicht beisammen sitzen, auseinandergerückt. Gleichzeitig mit diesem Längenwachstum der jüngeren Querzonen dehnen sich die älteren Partien in die Dicke. Je nach dem Verhältnis des Längen- und Dickenwachstums bekommen die Knollen eine längliche oder rundliche Form. Das Dicken-

wachstum der Knolle wird durch die Tätigkeit des Kambiums bedingt, das nach außen wenig, nach innen aber viel neues Gewebe abgibt und zum größten Teil aus großzelligem Parenchym besteht. Eine zweite Ursache der Dickenzunahme ist die Vergrößerung aller parenchymatischen Zellen.

Für den Vegetationsversuch zur Untersuchung des Wachstums der Knolle zu verschiedenen Zeitpunkten standen 48 Töpfe von 25 cm Lichtweite und 20 cm Höhe zur Verfügung, von denen die Hälfte eine Stickstoffgabe erhielt. Alle Töpfe wurden auf einer Feuchtigkeit von 55% der vollen Wasserkapazität gehalten. Am 26. Juli, 14. August, 3. und 20. September wurden je 6 Töpfe mit und ohne N aufgenommen und die Knollen gemessen. Die Ergebnisse der Messungen liegen in der Zahlentafel auf dieser Seite vor. Bei den Töpfen ohne N zeigte das Kraut bereits am 14. August ein Verfärben. Die Knollen waren als ausgereift anzusprechen. Bei der Versuchsreihe mit N war ein Abwelken des Krautes erst am 20. September erfolgt. Äußerlich unterschieden sich beide Versuchsreihen durch die stärkere Laubentwicklung der mit N gedüngten Pflanzen. Ein Bild davon geben die Zahlen der folgenden Tabelle 3, die von den Pflanzen der am 3. September geernteten Töpfe gewonnen sind.

1. ohne N

Tag der Aufnahme	Länge	Breite	Tiefe
26. Juli	2,600 ± 0,166	2,347 ± 0,143	2,189 ± 0,116
14. August . . .	3,556 ± 0,238	3,250 ± 0,199	2,850 ± 0,156
3. September . .	3,767 ± 0,265	3,147 ± 0,212	2,913 ± 0,167
20. „ . .	3,371 ± 0,233	2,865 ± 0,211	2,447 ± 0,190

2. mit N

26. Juli	2,786 ± 0,342	1,871 ± 0,123	1,657 ± 0,101
14. August . . .	3,245 ± 0,219	2,621 ± 0,168	2,221 ± 0,127
3. September . .	3,870 ± 0,256	3,125 ± 0,189	2,681 ± 0,155
20. „ . .	4,810 ± 0,325	3,593 ± 0,215	3,033 ± 0,196

3.

	ohne N	mit N
Höhe des Krauts	22 cm	63 cm
Gewicht des Krauts	27,1 g	128,3 g
Trockensubstanz des Krauts .	11,7%	16,6%

Die Zeit der Knollenbildung wird durch die Stickstoffgabe verspätet; während bei den Pflanzen ohne N am 26. Juli die Knollenbildung bereits beendet ist, dauert sie bei den mit N

gedüngten Pflanzen bis zum 14. August. Zahl und Größe der Knollen wird durch die Stickstoff-Gabe erhöht. Die endgültige Größe der Knollen ist mit dem Zeitpunkt, wo das Kraut anfängt sich zu verfärben, erreicht doch findet noch eine Erhöhung des Stärkegehaltes statt.

Zahl der Knollen am	ohne N	spez. Gewicht	mit N	spez. Gewicht
26. Juli . . .	3,17 ± 0,44	0,99	1,17 ± 0,72	0,93
14. August . .	2,84 ± 0,36	1,04	6,33 ± 0,28	1,06
3. September .	2,50 ± 0,20	1,06	6,00 ± 0,42	1,07
20. „ .	2,67 ± 0,30	1,08	5,00 ± 0,88	1,09

Da bei den Versuchsreihen ohne N die Größenentwicklung der Knollen bereits in der Ernte vom 14. August beendet ist, so kann eine Betrachtung des Wachstums der Kartoffel nicht bei ihnen erfolgen, sondern muß sich auf die Versuchsreihe der mit N gedüngten beschränken. Die Zunahme der einzelnen Dimensionen während des Versuches veranschaulichen folgende Zahlen:

Zuwachs in Zentimeter	Länge	Breite	Tiefe
vom 26. Juli—14. August	0,459	0,750	0,564
„ 14. August—3. September . .	0,625	0,504	0,460
„ 3.—20. September	0,940	0,468	0,352
Summe	2,024	1,722	1,376

In der ersten Wachstumsperiode zeigt das Dickenwachstum größere Ausmaße und wird mit zunehmender Größe der Knolle geringer, während das Längenwachstum gegen Ende der Vegetationszeit zunimmt und in der letzten Periode die größte Zunahme zeigt. Das Verhältnis der Zunahme der einzelnen Dimensionen, die Breite = 100 gesetzt, zeigt bei einem entsprechenden Vergleich der Zuwachszahlen der Versuchsreihe mit Stickstoff vom 3.—20. September und ohne Stickstoff vom 26. Juli bis 14. August, daß durch die Zugabe von Stickstoff das Längenwachstum verstärkt worden ist, während beim Dicken-

Zuwachs in Zentimeter	Länge	Breite	Tiefe
vom 3.—20. September mit N . .	0,94	0,47	0,35
Verhältniszahlen	200	100	75
vom 26. Juli—14. August ohne N .	0,96	0,75	0,59
Verhältniszahlen	127	100	79

wachstum das Verhältnis der Breite zur Tiefe weiter ist und die Kartoffel flacher wird. Dasselbe Bild zeigt sich bei der Betrachtung der Verhältniszahlen der Form, die Breite = 100 gesetzt.

	ohne N	mit N
am 26. Juli	112 : 100 : 93	149 : 100 : 88
„ 14. August	109 : 100 : 88	124 : 100 : 85
„ 3. September . .	120 : 100 : 92	124 : 100 : 86
„ 20. „ . .	118 : 100 : 85	134 : 100 : 84
im Durchschnitt	112 : 100 : 90	133 : 100 : 86

Durch N ist die Knolle länger und flacher geworden. Der Vergleich der relativen Längenzahlen und Tiefenzahlen der verschiedenen Perioden bei der Versuchsreihe mit N läßt wiederum erkennen, wie zunächst das Längenwachstum zurück bleibt und in der letzten Periode stark zunimmt, während die Knolle allmählich etwas flacher wird. Die Verlängerung der Form durch N zeigt sich in den Versuchen immer wieder. Sie ist unabhängig von der Größenentwicklung der Knolle.

Die verhältnismäßig hohe Längenzahl bei den am 26. Juli geernteten Knollen 149 deutet auf ein intensives Längenwachstum der gleich unterhalb der Endknospe liegenden Region im jüngeren Stadium der Knolle hin. Einen sicheren Schluß läßt die Beobachtung aber nicht zu, da der mittlere Fehler zu groß ist. Es folgt ein stärkeres Dickenwachstum; erst gegen das Ende der Größenentwicklung findet wieder ein intensives Längenwachstum statt.

Bei der Anlage besitzt die Knolle eine geringere Anzahl Augen als im Reifezustande.[1]) Eine vermehrte Bildung von Augen findet während des Längenwachstums der noch bildungsfähigen Endknospe statt. In dem Stadium, in welchem die erste Untersuchung stattfand, also in einer Größe von 2,7 cm Länge, ist die Augenanlage wahrscheinlich bereits beendet. Die geringe Steigerung der Augenzahl, wie sie beide Versuchsreihen aufweisen, ist darauf zurückzuführen, daß bei kleineren Knollen ein genaues Zählen von Augen durch ihr sehr enges Zusammensitzen an der Endknospe Schwierigkeiten macht.

---

[1]) DE VRIES, Jahrbuch 1878 S. 638.

Anzahl Augen	ohne N	mit N
am 26. Juli	5,16 ± 0,24	5,43 ± 0,53
„ 14. August . . .	6,56 ± 0,31	5,11 ± 0,32
2. September . .	7,00 ± 0,28	6,70 ± 0,36
„ 20. September . .	6,88 ± 0,41	7,17 ± 0,56

Beeinflussung der Form der Kartoffel in dem Vegetationsversuch.

Die Kartoffeln des Topfversuches wurden am 8. Oktober geerntet. Die Knollen wurden gewogen, die Länge, Breite und Tiefe gemessen, die Augen gezählt und der Stärkegehalt festgestellt. Die Ergebnisse zeigt die Tabelle Seite 17. Durch eine einfache N-Düngung ist eine Vergrößerung der Knolle eingetreten wie z. B. die Längenzahlen bei einer Düngung von K + P bei 40% Feuchtigkeit mit 5,70 ± 0,36 gegenüber K + P + N bei 40% Feuchtigkeit mit 7,00 ± 0,57 deutlich zeigen. Die starke Düngung von 3(K + P) + 2N hat dagegen im allgemeinen die Knollengröße gegenüber den mit einfach K + P + N oder K + P gedüngten Pflanzen verringert. Eine Ausnahme machen die Töpfe Nr. 85 bis 90 mit hum. Sand mit 55% Feuchtigkeit. Es brachten

	hum. Sand		
	40 %	55 %	75 %
K + P	6,27 ± 0,41	5,79 ± 0,17	6,75 ± 0,32
3(K + P) + 2N .	5,75 ± 0,35	7,79 ± 0,39	6,19 ± 0,15

Das abweichende Verhalten der Versuchsreihen bei 55% ist auf die geringe Knollenbildung dieser Töpfe zurückzuführen. Es hatten Anzahl Knollen je Staude

3(K + P) + 2N	Lehm	hum. Sand
40 % . . .	4,5	2,8
55 % . . .	5,2	3,0
75 % . . .	8,3	8,3

Das Wachstum der wenigen Knollen ist bei der reichlichen Nährstoffzufuhr verstärkt worden. Der Stockertrag ist sowohl bei den Reihen mit Lehm als auch mit hum. Sand durch eine vermehrte Wasserzufuhr gleichmäßig gesteigert geworden wie die nachstehenden Zahlen zeigen:

	Stockertrag je Pflanze in g	
3(K + P) + 2N	Lehm	hum. Sand
40 % . . .	120	90
55 % . . .	322	369
75 % . . .	498	501

	% der vollen Wasserkap.	Art der Behandlung	Nr.	Zahl Knollen je Pflanze	Rohertrag je Pflanze in g	Gesamtgewicht Länge	Breite	Tiefe	% Stärke
Lehm	40 %	K + P	1— 6	7,0	192	5,700 ± 0,359	4,539 ± 0,170	3,656 ± 0,122	14,0
		K + P + N	7— 12	3,3	195	7,000 ± 0,574	4,769 ± 0,330	3,877 ± 0,224	13,8
		3 (K + P) + 2 N	13— 18	4,5	120	5,920 ± 0,378	4,080 ± 0,158	3,407 ± 0,115	12,3
	55 %	K + P	19— 24	3,4	296	6,950 ± 0,294	5,707 ± 0,208	4,741 ± 0,168	12,1
		K + P + N	25— 30	4,0	372	7,164 ± 0,278	5,435 ± 0,206	4,485 ± 0,176	14,5
		3 (K + P) + 2 N	31— 36	5,2	322	6,116 ± 0,268	4,872 ± 0,163	4,032 ± 0,146	11,3
	75 %	K + P	37— 42	4,8	322	6,385 ± 0,397	5,028 ± 0,189	4,157 ± 0,122	13,5
		K + P + N	43— 48	5,5	358	6,795 ± 0,404	5,076 ± 0,230	4,209 ± 0,178	13,5
		3 (K + P) + 2 N	49— 54	8,3	498	6,226 ± 0,291	4,983 ± 0,227	4,032 ± 0,169	12,4
hum. Sand	40 %	K + P	55— 60	4,0	204	6,271 ± 0,406	5,021 ± 0,166	4,000 ± 0,142	14,5
		K + P + N	61— 66	3,3	211	6,312 ± 0,385	4,869 ± 0,298	3,831 ± 0,179	12,9
		3(K + P) + 2 N	67— 72	2,8	90	5,755 ± 0,349	3,945 ± 0,100	3,333 ± 0,110	11,3
	55 %	K + P	73— 78	7,5	390	5,791 ± 0,168	4,859 ± 0,106	3,965 ± 0,105	13,7
		K + P + N	79— 84	7,8	507	6,580 ± 0,308	5,108 ± 0,152	4,124 ± 0,155	13,6
		3(K + P) + 2 N	85— 90	3,0	369	7,794 ± 0,399	5,789 ± 0,168	4,623 ± 0,174	14,6
	75 %	K + P	91— 96	6,2	459	6,746 ± 0,315	5,105 ± 0,131	4,211 ± 0,150	15,2
		K + P + N	97—102	6,2	552	7,229 ± 0,347	5,504 ± 0,165	4,544 ± 0,147	13,9
		3(K + P) + 2 N	103—108	8,3	501	6,194 ± 0,154	4,855 ± 0,094	4,018 ± 0,093	13,9

Die Erhöhung der Feuchtigkeit von 40 % der vollen Kapazität auf 55 % vergrößerte die Knolle. Die weitere Erhöhung von 55 % auf 75 % bewirkte bei den Töpfen mit hum. Sand ein weiteres Steigen. Es betrug die Knollengröße bei den Töpfen mit hum. Sand und einer Düngung von K + P + N

	Länge	Breite	Tiefe
bei 40 %	6,31 ± 0,39	4,87 ± 0,30	3,83 ± 0,18
„ 55 %	6,58 ± 0,31	5,11 ± 0,15	4,12 ± 0,16
„ 75 %	7,23 ± 0,35	5,50 ± 0,17	4,54 ± 0,15

Bei den Töpfen mit Lehm brachte die Steigerung der Wasserzufuhr von 55 auf 75 % eine üppigere Krautentwicklung und erniedrigte die Knollengröße etwas. Die Versuchsreihen zeigen für Lehm K + P bei

40 % eine Länge von 5,70 ± 0,36 cm
55 „ „ „ „ 6,95 ± 0,29 „
75 „ „ „ „ 6,39 ± 0,39 „

Die Knollenzahl wird durch vermehrte Wasserzufuhr erhöht wie schon aus den Versuchen von v. Seelhorst[1]) hervorging und durch folgende Zahlen veranschaulicht wird.

Lehm	K + P	K + P + N	3 (K + P) + 2 N
40 %	4,0	3,3	4,5
55 „	3,4	4,0	5,2
75 „	4,8	5,5	8,3

Im allgemeinen geht die Höhe des Stärkegehaltes parallel mit der Größenentwicklung der Knolle. Nach Kraft[2]) gibt Fehlen von N gegenüber Volldüngung eine Erniedrigung des Stärkegehaltes. Die Zugabe von N hat bei den Töpfen 25—30 eine Erhöhung und bei 61—66 eine Erniedrigung des Stärkegehaltes zur Folge gehabt. Sonst ist der Stärkegehalt durch N nicht beeinflußt worden. Überschuß von Phosphorsäure wirkt ungünstig auf den Stärkegehalt[3]). Diese Erscheinung zeigt sich auch hier bei der Düngung von 3 (K + P) + 2 N, verstärkt durch den erniedrigenden Einfluß einer starken Kalidüngung.

Die großen Kali- und Phosphorsäuregaben haben nicht nur erniedrigend auf den Stärkegehalt gewirkt, sondern auch die Knollengröße beeinträchtigt. Dafür ist aber die Anzahl Knollen je Staude gegenüber einer Düngung von K + P und K + P + N erhöht

[1]) FRUWIRTH, Handbuch der Pflanzenzüchtung 3, S. 28.
[2]) KRAFT, Einfluß der Nährstoffe S. 42.
[3]) Ebenda S. 42 und 43.

worden. Eine Ausnahme machen, wie schon erwähnt, die Pflanzen bei den Töpfen mit hum. Sand und mittlerer Feuchtigkeit (Nr. 85—90), bei denen die Knollenzahl je Staude erniedrigt, die Knollengröße und der Stärkegehalt in Folge der geringeren Zahl erhöht wurden.

Das Verhältnis der einzelnen Ausmaße, die Breite = 100 gesetzt, zeigt die untenstehende Tabelle. Der N hat eine Verlängerung der Form zur Folge gehabt. Die Kaliphosphatdüngung wirkt auf das Dickenwachstum günstig. Ein Einfluß der Wassermenge auf die Entwicklung der Knolle geht aus der Versuchsanordnung nicht eindeutig hervor. Wahrscheinlich bedingt die Steigerung der Wasserzufuhr keine Veränderung der Knollenform sondern nur eine Vergrößerung. Die Verschiedenheiten der Längenzahlen beim Vergleich der Töpfe mit gleicher Düngung und verschiedener Feuchtigkeit erklären sich aus einer verschiedenen Wirkungsstärke der Düngung bei wechselnder Wassermenge. Am deutlichsten zeigt dieses ein Vergleich der Versuchsreihe von 3 (K + P) + 2 N. Mit steigender Feuchtigkeit nimmt die Länge ab. Es beträgt die relative Länge bei den Töpfen mit

	Lehm	humosem Sand
bei 40 %	145	146
„ 55 „	126	135
„ 75 „	125	127

Proz. der vollen Wassserkapazität		Art der Behandlung	Länge	Breite	Tiefe
Lehm	40 %	K + P	126	100	81
		K + P + N . . .	147	100	81
		3 (K + P) + 2 N . .	145	100	83
	55 %	K + P	122	100	83
		K + P + N . . .	132	100	83
		3 (K + P) + 2 N .	126	100	83
	75 %	K + P	132	100	83
		K + P + N . . .	134	100	83
		3 (K + P) + 2 N . .	125	100	81
humoser Sand	40 %	(K + P)	125	100	80
		K + P + N . . .	130	100	79
		3 (K + P) + 2 N .	146	100	84
	55 %	K + P	119	100	82
		K + P + N . . .	129	100	81
		3 (K + P) + 2 N . .	135	100	80
	75 %	(K + P)	132	100	83
		K + P + N . . .	132	100	83
		3 (K + P) + 2 N .	127	100	83

Bei der geringsten Feuchtigkeit gelangten die hohen K_2O und P_2O_5-Gaben nicht zur Wirkung, während der leicht lösliche Stickstoff seinen verlängernden Einfluß ausüben konnte. Bei steigender Wasserzufuhr tritt die Kaliphosphatdüngung in stärkerem Maße hervor, und die im Verhältnis dazu schwächere Stickstoffdüngung in ihrer Wirkung zurück. Die Zahlen der Versuchsreihen mit K + P + N zeigen eine gleichbleibende relative Längenentwicklung, wie es besonders bei den Töpfen mit humosem Sand der Fall ist. Es beträgt die relative Länge bei den Töpfen mit

	Lehm	humosem Sand
bei 40 %	147	130
„ 55 „	132	129
„ 75 „	134	132

Bei den Töpfen mit Lehm tritt bei der geringen Feuchtigkeit die Stickstoffwirkung noch stärker hervor. Die Versuchsreihen mit K + P zeigen bei erhöhter Feuchtigkeit ein Kürzerwerden der Form, während bei weiterer Steigerung des Wassers die Form der Knolle wieder länger wird. Die Unterschiede sind besonders auf Sand gering. Diese Erscheinung mag darauf zurückzuführen sein, daß bei mittlerer Feuchtigkeit die K + P-Düngung am stärksten zur Wirkung gekommen ist, wie auch aus der Erniedrigung des Stärkegehalts gefolgert werden kann. Es betrug nämlich der Stärkegehalt

bei Lehm	K + P	40 %	14,0 % Stärke
„ „		55 „	12,1 „ „
„ „		75 „	13,5 „ „

Eine Betrachtung der Zahlen der K+P+N-Düngung zeigt bei verschiedener Feuchtigkeit ebenfalls die kürzeste Form bei 55 %, nur daß hier die Erscheinung in sehr viel schwächerem Grade auftritt, da die verlängernde Wirkung der N-Gabe einen Ausgleich schafft (siehe oben).

Das Dickenwachstum wird durch die Zunahme der Breite und Tiefe bedingt. Soweit die Faktoren ein stärkeres Dickenwachstum überhaupt hervorrufen und die Längenentwicklung im Verhältnis dazu zurückbleibt, drückt sich dieses Verhalten schon in den Längenzahlen aus, die wir vorher besprochen haben. Eine stärkere Tiefenentwicklung, die die Kartoffel mehr walzenförmig erscheinen läßt, scheint durch die Kali- und Phosphorsäuredüngung

und Feuchtigkeit gefördert zu werden. Doch gehen diese Verhältnisse aus den Zahlen nicht eindeutig hervor. Die Schwankung ist sehr gering, und die Zahlen liegen innerhalb der Fehlergrenzen. Die Konstanz zwischen Breite und Tiefe ist, wie sich auch bei dem Feldversuche zeigt, sehr groß und unterliegt der Beeinflussung lange nicht in dem Grade wie die Länge.

Eine Beziehung zwischen höherem Stärkegehalt und runder platter Form bezw. niedrigerem Stärkegehalt und längerer zylindrischer Form gibt Fischer[1]) an. Diese Beziehung fand er bei Auslese von Formen aus einem Bestand unter gleichen Anbaubedingungen. Es sind hier Größenunterschiede vorhanden und zwar sind die langen Knollen die schwereren. Von einer bestimmten Größe ab nimmt aber mit steigender Gewichtszunahme der Stärkegehalt ab,[2]) so daß hier zwei Faktoren gleichsinnig wirken. Das genannte Verhältnis erklärt sich aus der Art der Stärkeverteilung bei der Kartoffel. Bei dem Topfversuch kann eine Erhöhung des Stärkegehaltes bei runderer platterer Form unabhängig von der Größe der Knolle beobachtet werden. Die längsten und mehr gestreckten Formen von den Töpfen mit $3(K + P) + 2N$ und geringer Feuchtigkeit sowohl bei Lehm und humosem Sand zeigen den geringsten Stärkegehalt, während ovale Formen meist mit höherem Stärkegehalt verbunden sind.

	Lehm		humoser Sand	
	Länge	Stärkegehalt	Länge	Stärkegehalt
K + P 40 %	126	14,0 %	125	14,5 %
3(K + P) + 2N 40 % . .	145	12,3 „	146	11,3 „

Es zeigen sich hier Abweichungen. Im allgemeinen scheinen aber die Faktoren, die die kurze ovale Form begünstigen, den Stärkegehalt zu erhöhen, während die Bildung von langen Knollen mit einer Senkung des Stärkegehaltes verbunden ist.

Die Ergebnisse des Versuches mit wechselnder Feuchtigkeit zeigen folgende beiden Tabellen:

		Länge	Breite	Tiefe	Stärke
Lehm	111—116	6,563 ± 0,275	4,787 ± 0,137	3,783 ± 0,075	14.7 %
	117—122	6,508 ± 0,224	4,812 ± 0,181	4,048 ± 0,131	12,9 „
hum. Sand	123—128	6,919 ± 0,337	5,142 ± 0,171	4,073 ± 0,131	15,1 %
	129—136	6,776 ± 0,299	5,524 ± 0,240	4,557 ± 0,195	13,7 „

[1]) Fischer, „Arbeiten“ Heft 2, Leipzig.
[2]) Fruwirth, Fühling 1900, S. 94.

Lehm	111—116	137 : 100 : 79	zuerst 40 %	dann 75 %
	117—122	135 : 100 : 84	„ 75 „	„ 55 „
humoser Sand	122—128	135 : 100 : 80	zuerst 40 %	dann 75 %
	129—136	123 : 100 : 83	„ 75 „	„ 55 „

Die Tabellen zeigen den fördernden Einfluß einer erhöhten Wassermenge auf das Dickenwachstum, besonders auf die Tiefenentwicklung. Diese Erscheinung tritt besonders bei Nr. 129—136 auf, wo der starke Wassermangel in der zweiten Hälfte der Vegetationszeit das Längenwachstum behinderte. Eine spätere stärkere Wasserzufuhr vermag ein größeres Dickenwachstum nicht mehr hervorzurufen. Die Stärkezahlen sind bei den Knollen mit größerer Tiefenentwicklung erniedrigt worden, und zwar beim Lehm von 14,7 % auf 12,9 % und beim humosen Sand von 15,1 % auf 13,7 %. Der Topfversuch zeigt, daß eine Anzahl von 6 Töpfen für eine Versuchsreihe zu gering ist. Es ist der mittlere Fehler der Messungen und Zählungen zu groß. Außerdem kann eine richtige Beurteilung des Einflusses des Bodens und der Feuchtigkeit nur erfolgen, wenn keine Düngung verabfolgt wird, da einerseits der Einfluß der Düngung sehr groß ist, und die Wirkung der einzelnen Nährstoffe bei wechselnder Feuchtigkeit sich ändert.

Beeinflussung der Form der Kartoffel in dem Feldversuch.

Wenden wir uns den Ergebnissen der Messungen des Feldversuches zu, so finden wir, (siehe Tabelle S. 23) daß die Zahlen für die Streuung (s) der einzelnen Ausmaße eine verschiedene Schwankung aufweisen. Die Länge zeigt die größte Streuung, während Breite und Tiefe in absteigender Linie folgen. Durch die engere Standweite ist die Größenentwicklung der Knolle verringert worden. Die Zahlen für „Stallmist behäufelt' sind bei einer Standraumfläche von

	Länge	s	Breite	s	Tiefe	s
4000 qcm	6,92 ± 0,17	1,42	5,28 ± 0,11	0,92	4,18 ± 0,09	0,74
2000 „	6,49 ± 0,25	1,48	5,07 ± 0,16	0,95	3,93 ± 0,12	0,69
1000 „	5,77 ± 0,18	1,08	4,63 ± 0,12	0,68	3,79 ± 0,11	0,64

Ein Einfluß einer einfachen Stallmistgabe bezw. Stallmist + Mineralvolldüngung auf die Größenentwicklung ist nicht nachweisbar. Dies ist darauf zurückzuführen, daß der Stallmist eine

Art der Behandlung		Länge	s	Breite	s	Tiefe	s
Stalldung behäufelt	4000 qcm	6,919 ± 0,168	1,415	5,282 ± 0,107	0,922	4,177 ± 0,086	0,737
	2000 „	6,487 ± 0,254	1,477	5,074 ± 0,162	0,948	3,934 ± 0,118	0,691
	1000 „	5,773 ± 0,184	1,081	4,633 ± 0,118	0,683	3,795 ± 0,111	0,644
Stalldung unbehäufelt	4000 „	7,663 ± 0,219	1,727	5,563 ± 0,123	0,939	4,418 ± 0,099	0,789
	2000 „	6,787 ± 0,173	1,266	5,362 ± 0,117	0,866	4,239 ± 0,091	0,690
	1000 „	6,119 ± 0,166	1,079	4,953 ± 0,115	0,754	3,979 ± 0,081	0,532
Stalldung + (K + P + N) behäufelt	4000 „	7,120 ± 0,213	1,542	5,403 ± 0,123	0,893	4,305 ± 0,099	0,721
	2000 „	6,496 ± 0,199	1,346	5,013 ± 0,122	0,819	3,967 ± 0,089	0,607
	1000 „	6,251 ± 0,195	1,218	4,946 ± 0,122	0,769	3,913 ± 0,088	0,549
Stalldung + (K + P + N) unbehäufelt	4000 „	7,350 ± 0,242	1,675	5,248 ± 0,140	1,044	4,181 ± 0,100	0,758
	2000 „	6,432 ± 0,208	1,476	4,912 ± 0,135	0,954	4,014 ± 0,097	0,705
	1000 „	5,868 ± 0,245	1,465	4,524 ± 0,116	0,965	3,659 ± 0,112	0,669
ohne Stalldung behäufelt	4000 „	7,632 ± 0,191	1,639	5,545 ± 0,104	0,900	4,385 ± 0,080	0,693
	2000 „	6,369 ± 0,157	1,260	5,097 ± 0,105	0,836	4,008 ± 0,078	0,622
	1000 „	5,607 ± 0,124	0,972	4,658 ± 0,084	0,664	3,765 ± 0,072	0,562
ohne Stalldung unbehäufelt	4000 „	6,889 ± 0,223	1,695	5,133 ± 0,115	0,884	4,092 ± 0,087	0,652
	2000 „	5,991 ± 0,152	1,115	4,785 ± 0,092	0,684	3,829 ± 0,074	0,551
	1000 „	5,587 ± 0,125	0,919	4,482 ± 0,079	0,582	3,588 ± 0,069	0,514

sehr starke Entwicklung des Krautes hervorgerufen hat, das unter dem Befall durch die Kartoffelkrankheit in größerem Maße zu leiden hatte. Es ist so die weitere Entwicklung der mit Stallmist gedüngten Teilstücke im Verhältnis zu den ungedüngten oder nur mit N versorgten Teilstücken im stärkeren Grade behindert worden. Mehrfaches Behacken und Behäufelung hat auf die Größenentwicklung keinen Einfluß gehabt.

Nur bei den ohne Stallmist behandelten Teilstücken und bei größter Standweite ist durch das Behacken eine Vergrößerung der Knolle von 6,8 cm Länge auf 7,6 cm eingetreten. Die Erhöhung, die sich bei den Teilstücken „Stallmist unbehäufelt" mit einer Länge der Knollen von 7,6 cm bei weitem Standraum gegenüber „Stallmist behäufelt" mit 6,9 cm Knollenlänge zeigt, dürfte ihre Ursache in dem Umstande haben, daß das erste Beet, auf dem sich die behäufelten Parzellen befanden, am stärksten unter dem Befall der Kartoffelkrankheit gelitten hatte.

Die Verhältniszahlen in nachstehender Tabelle zeigen eine geringere Längenentwicklung der Knollen mit abnehmender Standweite, die mit dem Abnehmen des Knollengewichtes Hand in Hand geht. Bei geringer Standraumfläche wird die Kartoffel in

Art der Behandlung		
Stalldung behäufelt	4000 qcm	132 : 100 : 80
	2000 „	128 : 100 : 79
	1000 „	125 : 100 : 82
Stalldung unbehäufelt	4000 „	138 : 100 : 79
	2000 „	126 : 100 : 79
	1000 „	124 : 100 : 81
Stalldung + (K + P + N) behäufelt	4000 „	132 : 100 : 80
	2000 „	129 : 100 : 80
	1000 „	126 : 100 : 79
Stalldung + (K + P + N) unbehäufelt	4000 „	140 : 100 : 80
	2000 „	131 : 100 : 82
	1000 „	129 : 100 : 81
ohne Stalldung behäufelt	4000 „	138 : 100 : 79
	2000 „	125 : 100 : 79
	1000 „	120 : 100 : 81
ohne Stalldung unbehäufelt	4000 „	134 : 100 : 80
	2000 „	125 : 100 : 80
	1000 „	125 : 100 : 80

ihrem Wachstum behindert. Die Längenausbildung ist hier von der Größe, die die Knolle erreicht, abhängig und erklärt sich dadurch, daß die Kartoffeln bei dem engen Standraum nicht ausgewachsen sind. Dieses Abhängigkeitsverhältnis tritt sonst beim Topfversuch und im Feldversuch bei Vergleich verschiedener Versuchsreihen nicht auf.

Eine weniger intensive Bearbeitung hat auf den mit Stallmist gedüngten Teilstücken eine Verlängerung der Knollen von 132 bei „großer Standweite behäufelt“ auf 138 bei „großer Standweite unbehäufelt“ zur Folge gehabt. Bei den Teilstücken ohne Stallmist zeigt sich diese Erscheinung nicht. Es ist sehr wahrscheinlich, daß durch die Bearbeitung die Durchlüftung des Bodens günstig beeinflußt worden ist. Die überaus reichliche Nahrungszufuhr gewährleistete sowohl auf den nicht bearbeiteten wie bearbeiteten Stücken eine gleichmäßige Größenausbildung der Knollen. Durch die Verlängerung der Form wird eine Vergrößerung der Oberfläche erzielt. Da die Anzahl der Lentizellen je Flächeninhalt nur in geringem Grade erniedrigt ist, so erhöht sich dadurch die Lentizellenzahl je Gewichtseinheit. Es erscheint möglich, daß die Kartoffel auf diese Weise ihrem Luftbedürfnis entgegen zu kommen sucht.

Bei den ohne Stallmist gebliebenen Teilstücken ist eine Verlängerung der Form nicht eingetreten. Der Grund hierfür kann in der geringeren Größenentwicklung der Knolle bei „unbehäufelt“ gesucht werden, wodurch sich die Zahl der Lentizellen je Gewichtseinheit natürlich erhöht. Es ist aber auch möglich, daß bei dem schweren Lehm, der seit Jahren keinen Stallmist erhalten hatte, die Luftführung durch eine Bearbeitung nur im geringen Maße beeinflußt worden ist. Es erklärt sich aus dem Gesagten auch die stärkere Längenentwicklung der Teilstücke ohne Stallmist mit einer relativen Länge von 138 gegenüber „Stallmist bearbeitet“ von 132.

Die Ergebnisse der Versuche mit verschiedenen N Düngern und verschiedenen Bodenarten (s. Tab. S. 26) zeigen eine regelmäßige Erhöhung der Knollengröße durch eine N Düngung außer beim Gipskeuper. Die Bodenarten halten in Bezug auf die Größenentwicklung der Knollen folgende Reihenfolge ein:

Gipskeuper	mit einer	Länge	von	$8{,}00 \pm 0{,}255$ cm
Leinetal-Lehmb.	„	„	„	$7{,}75 \pm 0{,}273$ „
roter Ton	„	„	„	$7{,}43 \pm 0{,}233$ „
Buntsandstein	„	„	„	$6{,}52 \pm 0{,}235$ „

	Düngung	Länge	Breite	Tiefe	Stärke
	ohne N	6,587 ± 0,121	5,201 ± 0,089	4,136 ± 0,094	
	Salpeter	7,075 ± 0,153	5,281 ± 0,087	4,222 ± 0,075	
	Ammoniak	6,722 ± 0,134	5,148 ± 0,089	4,047 ± 0,069	
	Harnstoff	7,000 ± 0,135	5,174 ± 0,086	4,060 ± 0,062	
Leinetal-Lehmboden	ohne N	7,753 ± 0,273	5,831 ± 0,152	4,579 ± 0,103	12,7
	mit Amm.	8,806 ± 0,269	6,325 ± 0,139	4,985 ± 0,109	13,3
Buntsandstein-boden	ohne N	6,517 ± 0,235	5,049 ± 0,126	4,138 ± 0,117	15,2
	mit Amm.	7,560 ± 0,340	5,476 ± 0,189	4,446 ± 0,132	14,9
roter Ton	ohne N	7,429 ± 0,233	5,456 ± 0,149	4,318 ± 0,123	12,9
	mit Amm.	8,406 ± 0,255	6,175 ± 0,131	4,834 ± 0,114	13,2
Gipskeuper	ohne N	8,002 ± 0,255	6,163 ± 0,150	4,770 ± 0,120	13,8
	mit Amm.	7,889 ± 0,245	5,838 ± 0,137	4,504 ± 0,102	12,7

Der Stärkegehalt zeigt auf dem Buntsandsteinboden die höchste Prozentzahl mit 15,2. Ihm folgt der Gipskeuper mit 13,8 %, dem sich der rote Ton und Leinetal-Lehmboden mit 12,9 % bezw. 12,7 % anschließen.

Die N Düngung hat auf dem Leinetal-Lehm eine kleine Erhöhung, auf dem Gipskeuper eine Senkung des Stärkegehaltes zur Folge gehabt, auf dem Buntsandsteinboden und rotem Ton hat sie keinen Einfluß auf den Stärkegehalt ausgeübt.

Bei Betrachtung der Verhältniszahlen der nachstehenden Tabelle tritt die verlängernde Wirkung des N mit großer Regelmäßigkeit auf. Nur beim Rötboden fehlt diese Erscheinung.

Leinetal-Lehm ohne N . . . . . 126 : 100 : 79
mit Salpeter . . . 134 : 100 : 80
„ Ammoniak . . . 131 : 100 : 79
„ Harnstoff . . . 135 : 100 : 79

Steinkästen
Leinetal-Lehm ohne N . . . . . 133 : 100 : 79
mit Ammoniak . . . 139 : 100 : 79
Buntsandstein ohne N . . . . . 129 : 100 : 82
mit Ammoniak . . . 138 : 100 : 81
roter Ton ohne N . . . . . 136 : 100 : 79
mit Ammoniak . . . 136 : 100 : 79
Gipskeuper ohne N . . . . . 130 : 100 : 77
mit Ammoniak . . . 135 : 100 : 77

Von den verschiedenen Bodenarten hat der rote Ton die längsten Knollen mit einer relativen Länge von 136 erzeugt. Ihm folgen der Leinetal-Lehmboden mit 133 und Gipskeuper mit 130. Der Buntsandsteinboden weist die kürzeste Form mit 129 auf. Es ist hier die längere Formausbildung mit geringerem Stärkegehalt verbunden, während die kürzeste Form, die der Buntsandstein erzeugt hat, auch den höchsten Stärkegehalt zeigt. Es verhalten sich hier Stärkegehalt und Längenausbildung entgegengesetzt. Bei den vier Bodenarten läßt sich die verschiedene Längenausbildung mit dem Bestreben bei erschwerter Luftzufuhr durch Vergrößerung ihrer Oberfläche die Atemfläche zu erhöhen, in Einklang bringen. Das Verhältnis von Breite zur Tiefe schwankt im allgemeinen wenig, doch fällt in dieser Versuchsreihe die flachere Ausbildung der Knollenform im Gipskeuper auf.

Die Beeinflussung der Knollenform durch die einzelnen Bodenarten ist somit verhältnismäßig gering. Wahrscheinlich ist, daß die übernasse Witterung während der Hauptwachsperiode der Knolle den verschiedenen Einfluß der Bodenarten abgeschwächt hat. Diese Annahme findet ihre Hauptstütze in dem Vegetationsversuch, bei dem bei steigender Feuchtigkeit die Spannung zwischen den einzelnen Werten kleiner wird.

Es schwankt	beim Lehm	beim hum. Sand
bei einer Feuchtigkeit v. 40% d. rel. Länge von	126—147	125—146
„ „ „ „ 75 „ „ „ „	125—134	127—132

Bemerkt muß hierzu werden, daß der Buntsandsteinboden stark abbindet und so die charakteristische Lockerheit eines Sandbodens nicht aufweist.

Beeinflussung der Augenzahl im Topf- und Feldversuch.

Die Augen sind die Seitensprossen der Kartoffel, die vom Nabelende ausgehend in einer aufsteigenden Spirale um die ganze Knolle herumgestellt sind. Während die Augen am Nabelteil selten sind, rücken sie von der Mitte zum Kronenteil immer näher zusammen. Nach Fruwirth[1]) steigt innerhalb einer Sorte bei Anordnung in Gruppen gleichsinnig mit der Schwere der Knolle die Augenzahl. In unseren Versuchsreihen zeigt sich diese Beziehung nicht. Die Tabelle Seite 29 bringt die Zahl

[1]) Fruwirth, Handbuch III, S. 9.

der Augen der Knolle, die relative Länge und das Gewicht der Knolle, um einen Vergleich zwischen diesen Eigenschaften zu ermöglichen. So hatte bei dem Topfversuch

	Proz.	bei einem Gewicht von g	Zahl der Augen
	Lehm.		
3(K + P) + 2N . . .	40	33	11,00
	55	62	10,20
	75	60	9,59
	Humoser Sand.		
K + P + N	40	64	10,33
3(K + P) + 2N . . .	40	30	11,89

Die Spalte „Prozent" gibt die Zahl Augen am Kronendrittel in Prozent der Gesamtzahl Augen an. Die Verteilung der Augen zeigt nur geringe Unterschiede, die in keinem Verhältnis zu den einzelnen Faktoren stehen. Die Augenbildung wird von der Luftführung im Boden beeinflußt. Bei den Töpfen mit Lehm zeigt sich diese Erscheinung ganz deutlich. Mit steigender Feuchtigkeit und geringerer Luftführung fällt die Augenzahl je Knolle von 11,48 im Durchschnitt bei 40% Feuchtigkeit auf 10,00 bei 75%. Bei dem humosen Sand, der eine leichtere Durchlüftung gestattet als der Lehm, tritt diese Erscheinung nicht auf. Außer der Luftführung scheinen die Faktoren, die das Längenwachstum fördern, die Augenanzahl zu erhöhen. Das Längenwachstum findet in der Jugend der Knolle durch Neubildung von Zellen an der Endknospe statt, solange diese noch meristemartigen Charakter hat. Es ist erklärlich, daß mit stärkerer Zellbildung der Vegetationsspitze eine stärkere Augenbildung bei genügender Luftzufuhr Hand in Hand geht. Bei den Töpfen mit Lehm und geringer Feuchtigkeit hat der N trotz seiner verlängernden Wirkung eine Mehrbildung von Augen nicht mehr hervorbringen können, während dies bei mittlerer und hoher Feuchtigkeit der Fall ist. Es betrug die Anzahl Augen auf

		Lehm	humosem Sand
K + P	40%	11,55	11,69
K + P + N . .	40 „	11,77	10,33
K + P	55 „	10,73	10,07
K + P + N . .	55 „	11,81	11,24
K + P	75 „	10,10	11,33
K + P + N . .	75 „	10,53	11,11
K + P + N zuerst	40 „ dann 75%	11,43	12,73
K + P + N „	75 „ dann 55 „	11,92	10,05

	Proz. der vollen Wasserkapazität	Art der Behandlung	Augen	Proz. Anteil Augen	Länge	Gewicht
Lehm	40%	K + P . . .	11,555 ± 0,814	78	126	48
		K + P + N .	11,770 ± 0,850	78	147	59
		2 (K + P) + 2 N	11,000 ± 0,524	78	145	33
	55%	K + P . . .	10,734 ± 0,578	78	122	87
		K + P + N .	11,813 ± 0,453	77	132	93
		2 (K + P) + 2 N	10,200 ± 0,483	79	126	62
	75%	K + P . . .	10,100 ± 0,706	81	132	67
		K + P + N .	10,526 ± 0,427	80	134	65
		2 (K + P) + 2 N	9,593 ± 0,337	80	125	60
humoser Sand	40%	K + P . . .	11,692 + 0,844	79	125	51
		K + P + N . .	10,333 ± 0,691	79	130	64
		3 (K + P) + 2 N	11,889 ± 0,292	78	146	30
	55%	K + P . . .	10,065 ± 0,332	80	119	52
		K + P + N .	11,240 ± 0,507	81	129	65
		3 (K + P) + 2 N	12,400 ± 0,540	79	135	123
	75%	K + P . . .	11,333 ± 0,347	79	132	74
		K + P + N .	11,111 ± 0,505	80	132	89
		3 (K + P) + 2 N	11,314 ± 0,279	80	127	61
Lehm . .	zuerst 45%	K + P + N	11,428 + 0,262	77	137	47
hum. Sand	dann 75 „		11,916 + 0,601	80	135	57
Lehm . .	zuerst 75 „	K + P + N	12,731 + 0,489	81	135	79
hum. Sand	dann 55 „		10,05 + 0,336	86	123	92

Bei den Töpfen mit humosem Sand zeigt die niedere Feuchtigkeit ein abweichendes Verhalten, während bei der mittleren Feuchtigkeit mit steigendem Längenwachstum die Augenzahl zunimmt. Bei der hohen Feuchtigkeit, die nur einen geringen Unterschied im Längenwachstum zeigt, ist auch die Augenzahl je Knolle nicht verändert worden.

Bei wechselnder Feuchtigkeit fällt bei den Töpfen mit humosem Sand die geringere Augenzahl von 10,05 gegenüber 12,73, bei verringerter Längenentwicklung von 123 gegenüber 135 auf.

Bei dem Feldversuch zeigt sich die Beziehung zwischen vermehrter Augenbildung und einem stärkerem Längenwachstum nur bei den Versuchsreihen mit verschiedenen Standweiten, die sich aus der behinderten Entwicklung der Knollen bei kleinerer Standraumfläche erklärt. Ein Vergleich gleicher Standweite be-

hackt und unbehackt (siehe folgende Tabelle) zeigt für unbehackt eine Verminderung der Augenzahl trotz längerer Formbildung. Wie schon ausgeführt, ist das verstärkte Längenwachstum wahrscheinlich durch die geringere Luftführung verursacht und erklärt so die geringere Augenzahl trotz gesteigerten Längenwachstums. Auffallend ist die größere Anzahl Augen bei den Knollen der Teilstücke ohne Stallmist mit 11,31 gegenüber den Stallmistteilstücken mit 9,60 Augen. Es ist möglich, daß eine stärkere Wüchsigkeit des Krautes, wie sie bei den mit Stallmist behandelten Teilstücken auffallend war, die Anlage von Augen beeinträchtigte. Diese Erscheinung findet sich häufig im Pflanzenreich.

Art der Behandlung		Augen	Proz. Anteil Augen	Länge	Gewicht
Stalldung behäufelt	4000 qm	9,542 ± 0,274	73	132	70
	2000 „	9,012 ± 0,296	73	128	67
	1000 „	8,235 ± 0,338	75	125	43
Stalldung unbehäufelt	4000 pm	9,378 ± 0,264	68	138	85
	2000 „	8,457 ± 0,252	72	126	75
	1000 „	8,491 ± 0·279	73	124	50
Stalldung + (K + P + N) behäufelt	4000 qm	9,856 ± 0,328	68	132	76
	2000 „	9,081 ± 0,285	73	129	61
	1000 „	8,775 ± 0,336	73	126	55
Stalldung + (K + P + N) unbehäufelt	4000 qm	8,132 ± 0,243	65	140	77
	2000 „	7,351 ± 0,238	67	131	61
	1000 „	7,597 ± 0,317	70	129	45
ohne Stalldung behäufelt	4000 qm	11,311 ± 0.316	74	138	103
	2000 „	9,341 ± 0,252	78	125	64
	1000 „	8,875 ± 0,232	79	120	53
ohne Stalldung unbehäufelt	4000 qm	10,433 ± 0,333	75	134	79
	2000 „	9,415 ± 0,301	78	125	56
	1000 „	8,774 ± 0,250	78	125	40

Bei den Versuchen mit verschiedenem N-Dünger und verschiedenen Bodenarten (Tabelle S. 31) ist die Augenzahl nicht erhöht worden. Es hat das gesteigerte Längenwachstum infolge zu geringer Luftführung zu keiner vermehrten Augenbildung geführt. Es finden sich zwei Ausnahmen bei dem Buntsandsteinboden und roten Ton, bei denen nach N-Gabe eine erhöhte Augenzahl vorhanden ist. Es beträgt die Augenzahl für

	Buntsandstein	roter Ton
ohne N	10,807 ± 0,327	10,725 ± 0,268
mit N	12,805 ± 0,508	12,070 ± 0,319

	Augen	Proz. Anteil Augen	Länge	Gewicht
ohne N	11,467 ± 0,348	76	126	69
Salpeter	11,210 ± 0,264	79	134	71
Ammoniak	10,377 ± 0,237	79	131	70
Harnstoff	11,402 ± 0,248	74	135	75
Leinetallehm ohne N . . .	12,021 ± 0,368	76	133	113
Leinetallehm mit Ammoniak .	11,695 ± 0,375	77	139	147
Buntsandstein ohne N . .	10,807 ± 0,327	77	129	70
Buntsandstein mit Ammonink	12,805 ± 0,508	75	138	105
roter Ton ohne N	10,725 ± 0,268	77	136	95
roter Ton mit Ammoniak . .	12,070 ± 0,319	75	136	150
Gipskeuper ohne N . . .	11,800 ± 0,317	74	130	113
Gipskeuper mit Ammoniak .	11000 ± 0,386	74	135	147

Die Differenz beträgt für den Buntsandstein $2{,}0 \pm 0{,}6$ und für den roten Ton $1{,}45 \pm 0{,}41$. In beiden Fällen übersteigt die Differenz ihren dreifachen mittleren Fehler. Auf dem erstgenannten Boden steht die vermehrte Augenbildung nach N-Düngung im Einklang mit der sehr starken N-Wirkung, die sich hier bemerkbar macht und der etwas günstigeren Luftführung, die sich auch in der kürzesten Formbildung gegenüber den anderen Bodenarten zeigt. Doch bleibt das Verhalten des roten Tones in dieser Hinsicht ungeklärt, zumal die Formausbildung auch nicht durch N-Zufuhr beeinflußt ist.

Beeinflussung der Kartoffelschale und der Lentizellen.

Die Epidermis der jungen Kartoffelknolle wird schon, ehe sie kaum Erbsengröße erreicht hat, durch das Periderm, die Schale ersetzt.[1]) Die Entstehung des Periderms wird durch die Ausbildung des Phellogens oder des Korkkambiums eingeleitet. Ausführliches findet sich hierüber bei DE VRIES und ESMARCH.[1]) Die Korkzellen haben eine abgeflachte tafelförmige Gestalt. Sie haben für die einzelnen Sorten charakteristische Ausmaße und kommen in bestimmter Anzahl von Zellagen vor. Für die Untersuchungen der Schale wurde das Mittel aus 30 Messungen und Zählungen nach dem Vorgange von KREITZ[2]) zugrunde gelegt.

[1]) DE VRIES, Landwirtsch. Jahrbücher 1878, S. 641 und ESMARCH, Beiträge landwirtsch. Jahrbücher 1919, S. 237.

[2]) KREITZ, Untersuchungen über die Schale. Arb. d. K. B. Anstalt 1908, Bd. 6, S. 7.

Es gelangten von jeder Versuchsreihe 10 Knollen zur Untersuchung, von denen je 3 Ausschnitte an verschiedenen Stellen des Nabelendes entnommen wurden.

Nach ESMARCH[1]) ist es zweifelhaft, ob man jeder Sorte eine charakteristische Schalendicke zuschreiben darf. SORAUER[2]) stellte eine große Variabilität der Schale innerhalb einer Sorte fest, doch läßt sich nach ihm ein charakteristisches Mittel angeben. KREITZ[3]) fand, daß die Schalenentwicklung von äußeren Verhältnissen derart beeinflußt wird, daß eine bestimmte Schalendicke für eine Sorte sich nicht angeben läßt. Als für die Ausbildung der Schale wichtige Faktoren fand KREITZ Bodenverhältnisse, Feuchtigkeit und Düngung. Er stellte fest, daß die einzelnen Sorten durch verschiedene Böden in verschiedener Weise beeinflußt wurden, ebenso zeigten sie auf demselben Boden durch Witterungseinflüsse eine verschiedene Ausbildung der Schale. Seine Versuche mit verschiedenen Bodenarten zeigen aber nicht nur den Einfluß des Bodens, sondern auch der Witterung, da auf den verschiedenen Gütern die Witterungseinflüsse nicht dieselben gewesen sind. Nach KREITZ[4]) scheint es aber möglich, daß selbst vorübergehende Witterungseinflüsse für die Ausbildung der Schale von Bedeutung sein können. Unsere Untersuchungen in den Steinkästen mit verschiedenen Bodenarten weisen keine Unterschiede auf:

Bodenart	Schalendicke in	Zellagen	Länge der Korkzellen
	μ		μ
Leinetallehm	120,6 ± 1,930	8,693 ± 0,194	61,5 ± 0,845
Buntsandsteinboden . .	117,0 ± 1,753	8,182 ± 0,088	63,2 ± 1,021
roter Ton	121,0 ± 2,320	8,640 ± 0,169	65,2 ± 0,653
Gipskeuper	121,2 ± 1,770	8,536 ± 0,185	64,2 ± 0,987

Wie schon erwähnt, scheint die große Nässe des Versuchsjahres auch bei der Ausbildung der Schale die Unterschiede der einzelnen Bodenarten verwischt zu haben. Ob der Einfluß des Bodens mehr auf seinen physikalischen oder chemischen Eigenschaften beruht, ist noch unentschieden. Wahrscheinlich ist, daß beide Faktoren daran beteiligt sind. Die Bedeutung der ersteren,

[1]) ESMARCH a. a. O., S. 242.
[2]) SORAUER, 1871, S. 510—527.
[3]) KREITZ a. a. O., S. 14.
[4]) a. a. O. S. 22.

besonders der Durchlüftung glauben Esmarch[1]) und Kreitz[2]) aus den Versuchen Sorauers[3]) entnehmen zu können, bei denen tiefgebaute Kartoffeln eine geringere Schale aufwiesen als auf Hügeln gepflanzte, und tief gelegte Knollen im flachen Lande dünnschaligere Kartoffeln hervorbrachten als höher gelegte.

Über den Einfluß der Feuchtigkeit auf die Schalenentwicklung liegen in der Literatur widersprechende Angaben vor. Sorauer[4]) fand bei gleichen Sorten im trocknen Jahre 1868 dickere Schalen als im feuchteren Jahre 1869. Kreitz[5]) kam bei einem entsprechenden Versuch in den Jahren 1905 und 1906, bei denen das letztere Jahr feuchter war, zu dem entgegengesetzten Ergebnis. In seinem Versuch mit Töpfen, von denen ein Teil extrem feucht und ein Teil trocken gehalten wurde, beobachtete Kreitz eine Vermehrung der Zellagen und eine Verdickung der Schale. Esmarch[6]) glaubt im allgemeinen eine Förderung des Wachstums der Schale durch Feuchtigkeit annehmen zu können. Mit den letztgenannten Versuchen von Kreitz stimmen meine Beobachtungen überein. Es erzielten

	Schalendicke	Zellagen	Länge der Korkzellen
	μ		μ
K + P 40 %	118,8 ± 1,404	6,836 ± 0,093	68,5 ± 0,709
K + P 75 %	127,2 ± 2,120	7,503 ± 0,122	69,0 ± 0,794
K + P + N 40 % . .	107,2 ± 1,631	6,569 ± 0,118	65,0 ± 0,661
K + P + N 75 % . .	120,2 ± 2,170	7,700 ± 0,098	69,2 ± 0,655

Es hat eine Vermehrung der Zellagen um 0,7 bezw. 1,14 und eine Verdickung der Schale um 9 μ bezw. 13 μ stattgefunden.

Einen Einfluß der Düngung auf die Schalenentwicklung stellte schon Sorauer fest, der auf frisch gedüngtem Boden dünnschaligere Knollen beobachtete als auf altgedüngtem.[7]) Kreitz[8]) fand, daß die Mineraldünger eine Verringerung der Zahl der Zellagen und der Gesamtdicke der Schale zur Folge hatten, nur Superphosphat zeigte eine Verstärkung. Aus obiger Tabelle ist

[1]) a. a. O. S. 240.
[2]) Kreitz, a. a. O. S. 3.
[3]) Sorauer, Kartoffeluntersuchungen 1871, S. 510—527.
[4]) Kreitz, S. 3. Esmarch, S. 241.
[5]) a. a. O. S. 21.
[6]) a. a. O. S. 241.
[7]) Sorauer 1871.
[8]) a. a. O. S. 13.

ersichtlich, daß die N-Düngung eine Verringerung der Schalendicke von 118,8 μ auf 107,2 μ bei den Töpfen mit geringer Feuchtigkeit und von 127,2 μ auf 120,2 μ bei hoher Feuchtigkeit zur Folge gehabt hat, während die Anzahl der Zellagen nicht oder nur in sehr geringem Grade verändert worden ist. Ein ähnliches Bild zeigt der Feldversuch.

Göttinger Versuchsfeld	Schalendicke μ	Zellagen	Länge der Korkzellen μ
ungedüngt	107,3 $\pm$ 1,872	7,267 $\pm$ 0,131	65,3 $\pm$ 0,723
mit Ammoniak . . .	106,2 $\pm$ 2,167	7,071 $\pm$ 0,149	67,2 $\pm$ 0,812

Es ist ein Unterschied insofern vorhanden, als die ungedüngten wie auch die mit N gedüngten Kartoffeln auch in der Schalendicke nicht abweichen.

Eine Verlängerung der Korkzellen, wie sie KREITZ[1]) nach Salpeterdüngung erhielt, ist hier nicht aufgetreten.

Bei der Umwandlung der Epidermis der Kartoffelknolle in das Periderm, findet durch Zellwucherungen eine Umwandlung der Spaltöffnungen statt. Sie entwickeln sich zu den Lentizellen, wie sie ebenso an älteren oberirdischen Teilen vorkommen. Eine genaue Beschreibung des Baus und der Entwicklung der Lentizelle gibt ESMARCH in seinem öfters zitierten Werk (S. 244). Die Lentizellen dienen dem Gaswechsel der Knolle. Die Kartoffel hat ein großes Luftbedürfnis, das auf schwerem Boden nicht in genügendem Maße befriedigt wird. Es liegt nun der Gedanke nahe, daß Zahl und Ausbildung der Lentizellen behindert wird, und hiermit eine herabgesetzte Atemtätigkeit die Folge ist, die die Lebensenergie der Knolle beeinträchtigt und zu den Abbauerscheinungen führen kann.

Zunächst seien einige Angaben über die Zahl der Lentizellen gemacht. Nach ESMARCH[2]) sind die Lentizellen „regellos und in beschränkter Anzahl über die Oberfläche zerstreut". Um ein Bild der Art der Verteilung der Lentizellen auf der Oberfläche zu erhalten, wurden die Lentizellen auf einer Fläche von $1^1/_2$ qcm gezählt. Es wurden an jeder Knolle je 3 Zählungen am Nabelende, in der Mitte und am Kronenteil gemacht. Zur Untersuchung

[1]) a. a. O. S. 24.
[2]) a. a. O. S. 244.

gelangten immer je 10 Knollen einer Versuchsserie, so daß die Zahlen Durchschnittswerte von 30 Messungen bilden.

Die Zahl der Lentizellen je Flächeneinheit ist am Nabel am größten, in der Mitte am geringsten und nimmt am Kronenende wieder etwas zu.

Versuchsreihe	I	II	III	IV
Am Nabel . . .	6,6	5,2	5,1	5,3
In der Mitte . .	3,7	3,5	2,9	3,7
An der Krone . .	3.9	4,4	3,6	6,4

Die Zahlen der Reihen III und IV sind Knollen derselben Versuchsserie, in Gruppen mit Knollen von 175 g Durchschnittsgewicht und solche von 66 g eingeteilt. Es zeigt sich eine gleich große Anzahl Lentizellen am Nabelende bei den großen und kleinen Knollen, in der Mitte ist die Zahl bei den kleinen Kartoffeln etwas erhöht, während sie am Kronenteil der kleinen Knollen sehr viel zahlreicher vorhanden sind, die Höhe der Anzahl am Nabelende sogar übersteigen.

Diese Erscheinung erklärt sich aus dem geringeren Wachstum der kleingebliebenen Knollen, das im größten Maße am Kronenende stattfindet. Die Größe der Lentizellen ist am Kronenende im Durchschnitt am kleinsten. Es wurden für die Untersuchungen deshalb die Lentizellen am Nabelende und möglichst gleich große und ausgewachsene Knollen gewählt.

Bei den Topfversuchen zeigt sich die größte Zahl der Lentizellen bei geringer Feuchtigkeit. Es findet anscheinend eine vermehrte Lentizellenbildung durch Luftzufuhr statt.

		Lentizellen	Feldversuch	Lentizellen
K + P	40%	13,3	ohne N	6,5
K + P	75 „	9,5	Ammoniak	7,1
K + P + N	40 „	14,8	Salpeter	5,8
K + P + N	75 „	10,3	Harnstoff	6,5

Der N hat bei dem Topfversuch eine geringe Erhöhung der Lentizellenzahl je Flächeneinheit bewirkt, die beim Feldversuch ausgeblieben ist. Da aber durch den N eine Verlängerung der Form erfolgt ist, so findet sich auch hier für die Gewichtseinheit eine größere Lentizellenzahl gegenüber ungedüngt. Ein Vergleich der Stallmistteilstücke mit denen ohne Stallmist zeigt bei den ersteren eine höhere Anzahl von Lentizellen, die auf eine bessere Durchlüftung dieser Teilstücke zurückzuführen ist.

ohne Stallmist		mit Stallmist	
behäufelt . .	5,7	behäufelt . .	6,7
unbehäufelt .	5.3	unbehäufelt .	6,1

Eine Bearbeitung (Hacken und Häufeln) während der Vegetationszeit hat die Lentizellenzahl etwas erhöht.

Bei den verschiedenen Bodenarten zeigt der Leinetal-Lehmboden eine etwas geringere Lentizellenbildung aus dem Grunde, weil er derjenige Boden war, der am leichtesten zum Verschlemmen neigte. Die übrigen Bodenarten haben Unterschiede nicht bewirkt.

Leinetal-Lehm	5,5
Buntsandstein	6,2
roter Ton	6,5
Gipskeuper	6,3

Die Form der Lentizellen ist in der Aufsicht „länglich, rundlich oder unregelmäßig" (ESMARCH S. 244). Es ist von Interesse, das Verhältnis von Breite zur Tiefe der Lentizellen festzustellen, um zu sehen, ob eine verschiedene Ausbildung der Lentizellen nach dieser Richtung hin erfolgt. Gemessen wurde die Tiefe von der Oberfläche bis einschließlich des Lentizellenkambiums. Es ist nur so eine Abgrenzung möglich, da die Korkrindenzellen, die vom Korkkambium nach innen abgegeben werden und sich durch eine mehr oder weniger radiale Anordnung auszeichnen, allmählich in das Rindenparenchym übergehen, und eine genaue Abgrenzung kaum ermöglichen. Das Verhältnis der Breite zur Tiefe, die Tiefe = 100, schwankt zwischen 200 und 240, ohne eine Regelmäßigkeit hinsichtlich der Einwirkung einzelner Faktoren zu zeigen, wie sich aus folgenden Zahlen ergibt:

	absolute Länge in $\mu \pm$ m		relative Breite Tiefe = 100
K + P 40%	600 ± 18		239
K + P + N 40% . .	570 ± 26		190
K + P 75%	870 ± 45		217
K + P + N 75% . .	880 ± 36		203
	M	s[1])	
Göttinger Lehm . . .	1130	169	220
Buntsandstein	1220	268	210
roter Ton	985	232	202
Gipskeuper	975	185	232

[1]) Es wurde bei den verschiedenen Bodenarten die Streuung (s) angegeben, um die große Variabilität der Größenausbildung der Lentizellen zu veranschaulichen.

Die Größe der Lentizellen geht nach Esmarch[1]) bis zu 1,2 mm, ich fand bis 1,6 mm große Lentizellen. Die Größenausbildung hängt von der Feuchtigkeit ab und schwankt sehr. Bei dem Feldversuche konnte in diesem Jahre die Wucherung der Lentizellen, die sich bei großer Feuchtigkeit bildet und den Öffnungen als zarte weiße Häufchen entquillt, häufig beobachtet werden.

Außer der Beeinflussung der Größe und Zahl treten gewisse Veränderungen der Lentizellen bei steigender Feuchtigkeit auf. Bei geringer Feuchtigkeit erhebt sich die Lentizelle kaum über die Schalenoberfläche und steht nur durch eine kleine Öffnung mit der Außenwelt in Verbindung. Bei steigender Feuchtigkeit zeigen die Lentizellen im Querschnitt das Bild eines Kraters. Die Schale wird vorgewölbt und am Rande der Öffnung nach außen gerollt, so daß das Grübchen vergrößert wird. Bei stauender Nässe gehen die Lentizellen dann in jene Zellwucherungen über, wie sie de Vries[2]) schon beschrieb.

Eine Untersuchung der Schale und Lentizellen bei den Knollen der Töpfe mit humosem Sand konnte nicht erfolgen, da die Kartoffeln stark mit Schorf befallen waren.

Schluß.

Eine zusammenfassende Betrachtung aller Einzelergebnisse läßt folgende Schlußfolgerungen zu. Die Form der Kartoffel zeigt innerhalb einer Versuchsreihe mit dem Steigen des Gewichtes eine Verlängerung der Form. Es kann durch Ernährungseinflüsse die Form der Knolle modifiziert werden, und zwar zeigt sich die Formausbildung unabhängig von der Größenentwicklung. Als formverändernder Faktor ist der N erkannt, der eine Verlängerung der Kartoffel hervorruft. Eine Kaliphosphatdüngung und höhere Feuchtigkeit fördern das Dickenwachstum. Der Einfluß des Bodens auf die Form wird wahrscheinlich durch seine Luftführung in starkem Maße bedingt und zwar in dem Sinne, daß ein Boden mit besserer Durchlüftung eine kürzere Form erzeugt. Der Buntsandsteinboden brachte die kürzeste Form, während die schwereren Bodenarten die Form verlängerten. Dieselbe Erscheinung tritt

[1]) a. a. O. S. 244.
[2]) a. a. O., S. 645.

bei den mit Stallmist gedüngten Parzellen auf. Es hat Bearbeitung während der Vegetationszeit eine kürzere Form gebracht, und Stallmist erzeugt eine kürzere Form als ungedüngt. Die Beziehung, die Fischer[1]) zwischen langer zylindrischer Form und niedrigem Stärkegehalt und kurzer platter Form und hohem Stärkegehalt festgestellt hat, hat sich fast regelmäßig bestätigt. Die Größe der Lentizellen wird durch erhöhte Wasserzufuhr gesteigert. Bei stauender Nässe gehen sie schließlich in Wucherungen über. Die Tiefenentwicklung der Lentizellen hat keine Beziehung zu den untersuchten Faktoren gezeigt.

[1]) Fischer, Arbeiten Heft 2. Leipzig.

Literatur.

Dr. F. Caspary, Über die Spaltöffnungen der Kartoffel. Botanische Zeitung 1857, S. 116.

Dr. F. Esmarch, Beiträge zu Anatomie der gesunden und kranken Kartoffelpflanze. Landwirtschaftliche Jahrbücher. Zeitschrift für wissenschaftliche Landwirtschaft. Bd. 54, 1919.

C. Fruwirth, Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung III, 1922.

Dr. A. Kraft, Der Einfluß der Nährstoffe auf die Qualität der Kartoffel. Arbeiten des Erforschungsinstitutes für Kartoffelbau. Heft 3, 1920.

Dr. W. Kreitz, Untersuchungen über die Schale verschiedener Kartoffelsorten und ihre Beeinflussung durch Bodenverhältnisse, Feuchtigkeit und Düngung, Arbeiten der Kaiserlichen Biol. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. 1908, Bd. VI.

Dr. K. Snell, Kartoffelsorten. Arbeiten des Forschungsinstutes für Kartoffelbau.

de Vries, Keimungsgeschichte des Kartoffelsamens S. 19—39. — Keimungsgeschichte der Kartoffelknollen S. 217—249. — Wachstumsgeschichte der Kartoffelpflanze S. 591—682. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1878.

C. Fruwirth, Gegenseitige Beziehungen einzelner Eigenschaften bei Kartoffelpflanzen und Kartoffelknollen innerhalb derselben Sorte. Fühlings landwirtschaftliche Zeitung 1900.

Sorauer, Kartoffeluntersuchungen. Neue landwirtschaftliche Zeitung XX, 1871. S. 510—527.

Zweiter Beitrag zur Frage nach der Vorbehandlung der Böden mit Ammoniak für die Atterbergsche Schlämmanalyse.

Von

E. BLANCK und F. ALTEN.

In einer kürzlich veröffentlichten Mitteilung[1]) mußten wir darauf hinweisen, daß die von anderer Seite empfohlene Vorbehandlung der Böden mit $2^1/_2$ prozent. Ammoniaklösung für die Atterbergsche Schlämmanalyse unter Umständen zu einem fehlerhaften Ergebnis führen kann, insofern eine nicht unbeträchtliche Menge des Bodens an SiO_2 und CaO in Lösung gerät. Die Böden, welche uns dieses Ergebnis lieferten, entstammten aber dem ariden Gebiet und zeichneten sich durch einen hohen Salzgehalt aus, so daß es fraglich bleiben mußte, ob auch die Böden des humiden Gebietes, besonders solche unseres engen Vaterlandes, dasselbe Verhalten aufweisen würden. Um diese nicht unwichtige Frage zu entscheiden, haben wir eine Anzahl von 15, unter sich selbst sehr verschiedene, Bodenproben in der gleichen Weise mit $2^1/_2$ prozent. Ammoniaklösung und zum Vergleich mit derselben Menge destillierten Wassers unter sonst gleichen Bedingungen behandelt. Die Untersuchungen führten zu dem beruhigenden Ergebnis, daß der $2^1/_2$ prozent. Ammoniaklösung kein derartig tiefeingreifendes Lösungsvermögen auf unsere Böden zukommt, als wir es für die Wüstenböden festzustellen Gelegenheit hatten. Jedenfalls kann man unsere Böden nach diesen Befunden, wie sie nachstehend kurz wiedergegeben werden sollen, mit Ammoniak

[1]) E. Blanck und F. Alten, Journ. f. Landw., Bd. 72, 1924, S. 153.

behandeln, ohne Gefahr zu laufen, hierdurch beachtenswerte Mengen von irgendwelchen Bodenbestandteilen in Lösung zu bringen.

Die zu unserer Prüfung herangezogenen Bodenproben sind der Bodensammlung des Institutes entnommen, und wir sind daher sogar in der erfreulichen Lage, die mechanische und chemische Zusammensetzung derselben anzugeben. Der Kürze und Übersichtlichkeit halber stellen wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen mit der physikalischen und chemischen Charakterisierung unserer Böden tabellarisch zusammen und bemerken nur noch, daß die mechanische Analyse nicht nach Atterberg, sondern vermutlich mit Hilfe von Siebsätzen und nach Kühn ausgeführt sein dürfte. Die Löslichkeitsbestimmungen sind in allen Fällen doppelt ausgeführt, aber nur der Mittelwert ist in die Tabelle eingesetzt worden.

Die Bodenproben tragen der Reihe nach folgende Bezeichnungen:

Nr. 1. Leichter grobkörniger Sandboden von Buhne.
„ 2. Lehmiger Sand von Borstel.
„ 3. Tiefgründiger Diluvialdecksand von Nenndorf bei Vilsen.
„ 4. Feinkörniger Heideboden (Ackerkrume) von Nenndorf.
„ 5. Sandboden von Weckenborg.
„ 6. Lehmiger Sand von Auermolter.
„ 7. Lehmiger Sand von Ötzfelde.
„ 8. Toniger Marschboden von Mindorf.
„ 9. Gewöhnlicher Lehm von Blumenau.
„ 10. Leichter Ton von Voldagsen.
„ 11. Lehmiger Sand von Mecklenhorst.
„ 12. Leichter Ton von Beckel.
„ 13. Milder Lehm von Ohsen.
„ 14. Lehmiger Ton von Berwartshausen.
„ 15. Milder tiefgründiger Diluviallehm von Schiedlagwitz in Schlesien.

Wie sich ohne weiteres zu erkennen gibt, sind die durch Ammoniak in Lösung gebrachten Substanzmengen in allen Fällen so gering, daß sie für die Atterbergsche Schlämmanalyse völlig belanglos erscheinen müssen. Da sich die in der Tabelle auf-

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
Mechanische Analyse.															
Über . . . . . 2 mm	3,27	1,81	0,07	2,73	0,70	3,63	1,17	0,21	0,92	0,45	2,73	0,57	1,29	—	0,57
Grand . . . . . 2,0 —1,0 „	3,14	1,49	0,77	0,77	0,66	2,28	4,83	0,86	0,86	0,83	4,08	0,35	0,76	0,14	0,75
Grober Sand . . . 1,0 —0,5 „	6,09	4,38	0,63	1,82	1,22	13,19	24,21	0,60	3,24	0.77	9,95	0.44	0,71	0,29	1,37
Feiner Sand . . . 0,5 —0,2 „	39,52	28,33	6,13	3,84	20,16	42,48	29,10	1,29	28,39	1,31	28,50	1,38	7,97	0,94	4,47
Sehr feiner Sand . . 0,2 —0,1 „	25,79	25,31	4,93	2,27	48,19	4,94	6,83	2,83	10,83	1,21	13,61	1,61	5,20	2,11	4,59
Staubsand . . . . 0,1 —0,05 „	16,14	13,77	29,03	28,81	18,34	9,32	11,56	33,16	11,35	17,18	16,18	31,25	20,71	17,26	4,95
Tonhaltige feinste Teile 0,05—0,01 „	3,19	16,35	42,63	50,01	6,07	12,80	13,86	25,49	27,55	50,94	11,79	44,91	44,91	43,64	49,02
Unter . . . . . 0,01 „	6,13	10,37	15,80	12,43	5,37	14,93	9,62	35,77	17,78	27,75	15,89	20,06	19,74	35,59	34,28
Chemische Analyse.															
Humus nach Knop	2,45	1,53	3,93	0,95	3,43	1,63	2,55	3,19	1,51	1,41	1.28	1,59	1,20	2,44	1.58
Gesamt-N	0,11	0,10	0,19	0,04	0,14	0,09	0,11	0.11	0,10	0,10	0,08	0,10	0,09	0,15	0,11
HCl löslich: $Al_2O_3 + Fe_2O_3$	1,01	1,58	2,36	2,31	1,08	2,60	2,21	5,21	3,00	4,51	1,75	3,19	3,37	3,81	4,17
CaO	0,07	0,18	0,20	0,09	0,08	0,14	0,40	0,58	0,31	1,43	0,18	0,50	0,45	2,95	0,81
SO_3	0,07	0,04	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0.04	0,10	0,04	0,06	0,04
K_2O	0,05	—	0,11	0,08	0,06	0,13	0,09	0,33	—	0,18	0,05	0,13	0,15	0,24	0,22
P_2O_5	0,08	0,04	0,09	0,06	0,06	0,21	0,07	0,45	0,11	0,09	0,08	0,10	0,11	0,12	0,07
Mehr gelöst in $2^1/_2$ prozent. NH_3 gegen in H_2O in mg	68,8	63,2	62,4	61,6	61,6	56,0	45,6	44,0	30,4	24,8	22,4	32,0	16,0	—	—

Angewandt: 20 g Boden	1. g	2. g	3. g	4. g	5. g
Rückstand der $2\frac{1}{2}$ %igen NH_3-Lösung in g	0,0888	0,0704	0,0824	0,0696	0,0648
darin enthalten:					
SiO_2	0,0128	0,0064	0,0064	0,0096	0,0072
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,0688	0,0504	0,0680	0,0568	0,0448
Rückstand der wässerigen Bodenauszüge	0,0200	0,0072	0,0200	0,0080	0,0032
Demnach durch NH_3 allein gelöst. .	0,0688	0,0632	0,0624	0,0616	0,0616

geführten Mengen der in Ammoniak löslichen Bodensubstanz auf je 20 g Boden beziehen, so würde selbst im Höchstfalle bei Boden Nr. 1 mit 68,8 mg 0,35 % Substanz in Frage kommen.

Wir haben auch noch den durch Ammoniak in Lösung gegangenen Anteil näher untersucht und gefunden, daß er sich aus SiO_2, Al_2O_3 und Fe_2O_3 zusammensetzt. Eine quantitative Trennung des Eisens von der Tonerde ließ sich bei den geringen Mengen nicht gut durchführen, und von der Bestimmung sonstiger Stoffe, insbesondere Kalk, mußte aus dem gleichen Grunde abgesehen werden. Wir geben die diesbezüglichen Funde in obiger Tabelle wieder, indem der nach dem Eindampfen der Lösung erhaltene Gesamtrückstand der mit Ammoniak behandelten Bodenproben dem Gesamtrückstand der wässerigen Auszüge gegenübergestellt worden ist. Außerdem gelangt auch die in dem Rückstand der ammoniakalischen Lösung vorhandene SiO_2- und Sesquioxyd-Menge zum Ausdruck. Im wässerigen Auszug wurde nur qualitativ auf die Anwesenheit von SiO_2, Al_2O_3 und Fe_2O_3 geprüft, und solche als überall vorhanden nachgewiesen.

Versucht man aus den mitgeteilten Befunden einen Zusammenhang zwischen der Beschaffenheit der benutzten Böden und der Menge der durch Ammoniak in Lösung gebrachten Substanzen herzustellen, so ergibt sich für den Einzelfall ein nicht immer zutreffendes Bild, wohl kann man aber im allgemeinen doch erkennen oder schließen, daß mit Zunahme des sandigen Charakters die Löslichkeit der Bodenbestandteile in $2\frac{1}{2}$ %igem Ammoniak wächst, während mit der Schwere des Bodens dieses Vermögen abnimmt, so daß in den schwersten Böden überhaupt

6. g	7. g	8. g	9. g	10. g	11. g	12. g	13. g	14. g	15. g
0,0680	0,0560	0,0512	0,0456	0,0320	0,0256	0,0336	0,0304	0,0168	0,0288
0,0056	0,0064	0,0216	0,0128	0,0064	0,0048	0,0040	0,0080	0,0056	0,0088
0,0528	0,0432	0,0224	0,0312	0,0216	0,0174	0,0216	0,0220	0,0096	0,0170
0,0120	0,0104	0,0072	0,0152	0,0072	0,0032	0,0016	0,0144	0,0200	0,0416
0,0560	0,0456	0,0440	0,0304	0,0248	0,0224	0,0320	0,0160	—	—

kein Unterschied mehr zwischen der Menge der ammoniak- und wasserlöslichen Bestandteile besteht. Wir dürfen dabei wohl dem Umstande, daß sogar die Wasserlöslichkeit in Boden Nr. 14 und Nr. 15 etwas höher ausgefallen ist, keine große Bedeutung einräumen, da bei den verhältnismäßig geringen Substanzmengen die Fehlergrenze eine erhebliche Rolle spielt, wenn dies allerdings für Boden Nr. 15 auch schon recht zweifelhaft ist.

Die aus den Analysenwerten hervorgehende allgemeine Beobachtung der Zunahme des Löslichkeitsgrades in Ammoniak mit wachsendem Sandgehalt der Böden dürfte vielleicht darin eine Erklärung finden, daß die sandigen Böden zumeist in ihren gröberen Bestandteilen mit feinen Hüllen von Verwitterungsmaterial kolloider Natur überzogen sind, welches sich leichter den löslichen Einflüssen des Ammoniaks zugänglich erweist.

Jedenfalls haben aber unsere vorliegenden Prüfungen dargetan, daß eine $2^1/_2$ %ige Ammoniaklösung auf unsere Böden keinen derartigen Einfluß ausübt, wie wir ihn bei den früher untersuchten Wüstenböden beobachten mußten. Es scheint somit, als wenn sich die Wüstenböden bezw. ariden Bodenarten in genannter Richtung dem Ammoniak gegenüber nur allein stark abweichend verhalten.

Göttingen, im Januar 1925.

Einfluß der Staatsgrenze auf die Landwirtschaft, gezeigt durch vergleichende Studien über die betriebswirtschaftlichen Verhältnisse im Kreise Weener und in der Provinz Groningen in der Vor- und Nachkriegszeit.

Von

Dr. van LESSEN.[1])

(Mit vier Abbildungen.)

Die Natur hat das Untersuchungsgebiet als eine geschlossene Einheit entstehen lassen. Durch Menschenhand ist diese natürliche Einheit zerstört worden; man hat eine Grenzlinie mitten hindurch gezogen und die beiden Teile zu zwei politisch anderen Gebilden gewiesen. Daß eine Urproduktion wie die Landwirtschaft wohl in der einfachen Art, dem Boden die Erzeugnisse abzuringen, hüben und drüben im wesentlichen dieselbe geblieben ist, versteht sich. Interessante Vergleichsmomente bieten sich jedoch dem Beobachter diesseits und jenseits der Grenze überall dort, wo die Faktoren Arbeit und Kapital in verschiedenem Grade intensitätssteigernd auf die landwirtschaftliche Betriebsführung gewirkt haben. Mit zunehmender Geld- und Verkehrswirtschaft haben sich im Laufe der Zeit im Hinblick auf die notwendigen Folgen der Zugehörigkeit zu zwei verschiedenen Staaten, in deren Gesamtheit sie verschiedene Wichtigkeit und eine verschiedene Geschichte haben über sich ergehen lassen müssen, in der landwirtschaftlichen Betriebsführung recht erhebliche Unterschiede herausgebildet, also in der holländischen und deutschen Land-

[1]) Auszug aus der gleichnamigen Dissertation. Göttingen 1925.

wirtschaft, als deren Repräsentanten die beiden Teile der alten natürlichen Einheit aufgefaßt werden sollen.

Für unsere Gebiete unterliegen nun im einzelnen einer kritischen Betrachtung die im großen und ganzen dem Landwirt unabänderlich gegebene Beschaffenheit von Boden und Klima, die weniger beständigen landwirtschaftlichen Verhältnisse sowie die verschiedenen Betriebssysteme und endlich die auf dieser Grundlage sich ergebenden Differenzierungsfaktoren. In einem besonderen Abschnitt ist der Einfluß der Wertverschiebung der Landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Erzeugungsmittel auf die Betriebsorganisation während und nach der Kriegszeit unter Berücksichtigung der Vorkriegsverhältnisse in beiden Gebieten zur Darstellung gebracht.

Was zunächst die natürliche Beschaffenheit beider Gebiete anbetrifft, so ist sie im großen und ganzen dieselbe. Die Bodenbildungen gehören in die Quartärformation, in das Diluvium und Alluvium. Zu dem diluvialen Gebilde gehören die Sande. Alluvialien Ursprungs sind die vom Meere und den Flüssen angeschwemmten Marschen sowie die Moore. Die Marschen zeichnen sich durch einen hohen Nährstoffgehalt aus; besonders Kalk und Kali sind in reichlichen Mengen vorhanden. Die Bildung der Moore erfolgte auf den feuchten Böden der Geestmulden; sie scheiden sich nach ihrer Entstehung in Hoch- und Niederungsmoore. Trotzdem der Gehalt der Hochmoore an Pflanzennährstoffen von der Natur aus gering ist, werden ihm heute unter Anwendung mineralischer Düngemittel hohe Erträge abgewonnen.

Die klimatischen Verhältnisse beider Gebiete sind dieselben. Temperatur- sowie Niederschlagsverhältnisse werden durch die Nähe des Meeres bedingt. Begründet ist das ausgesprochene Seeklima in dem Vorherrschen der West- und Südwestwinde. Entsprechend den maritimen Klima sind die Sommer nicht so warm, die Winter aber entschieden gelinder als im Binnenlande. Die jährliche Niederschlagsmenge ist außerordentlich stark.

Während also die natürliche Beschaffenheit beider Gebiete dieselbe ist, stellen sich in wirtschaftlicher Beziehung Unterschiede von nicht unerheblicher Tragweite ein.

Die Verkehrsverhältnisse des Kreises Weener sind nicht so günstig wie die in der Nachbarprovinz Groningen. Zunächst ist es hier die Eisenbahnlinie Weener-Groningen, dann aber ein aus-

gedehntes Kleinbahnnetz und die vielen schiffbar angelegten Kanäle, die die Verbindung mit den Hauptmarktorten herstellen. Der Kreis Weener dagegen besitzt nur einen Eisenbahnstrang Leer-Weener, ein Kleinbahnnetz sowie Wasserwege in der Form wie in Holland sind nicht vorhanden. Vorzüglich sind in diesem Kreise die Kunststraßen, die wir aber auch in der Provinz Groningen antreffen.

Diese mehr oder weniger günstige Verkehrslage wirkt durch die Höhe der Preise für Lebensmittel auf den Lohn der menschlichen Arbeitskräfte ein. Auf diese ganz natürliche Erscheinung kommen wir bei der Besprechung der einzelnen Betriebssysteme zurück.

Großen Einfluß übt die Verkehrslage auf die Besiedlung sowie Bevölkerungsdichte aus. Trotzdem die Form der Siedlungen auf der Karte sehr mannigfach erscheint, zerfallen sie bei näherer Betrachtung in ganz bestimmte Hauptgruppen. Geschlossene Dörfer befinden sich auf der Geest und in der Altmarsch. Die Streulage herrscht in den Neumarschen vor. Die Siedlungen auf den Mooren präsentieren das Bild der Einzelhoflage.

Die Besitz- sowie Betriebsverteilung weisen dieselben Unterschiede wie die Siedlungen auf. Die Zahl der Großbetriebe tritt in beiden Gebieten in den Hintergrund. Große Besitzungen in einer Hand sind vielfach vorhanden, doch lösen sich diese in eine Anzahl von selbständigen Pachthöfen auf. Der Staat hat mehrere Domänen sowie eine große Fläche loser Ländereien. In der Provinz Groningen tritt noch die Stadt Groningen als Besitzerin von Grundstücken auf. In beiden Gebieten besitzen Kirche und Schule eine große Fläche Ländereien.

Statistische Untersuchungen über die Besitzverteilung nach Größenklasse ergeben, daß in beiden Gebieten die großbäuerlichen Betrieben in den Marschen vorherrschen. Die Geestdörfer weisen alle Größen des bäuerlichen Besitzes nebeneinander auf. Moor und Heidenkolonate halten sich an der untersten Grenze des bäuerlichen Betriebes.

Die Besitz- und Pachtverhältnisse haben sich im Laufe der Jahrzehnte, besonders aber während des Krieges nicht unwesentlich geändert. Die Anzahl der Eigenbewirtschaftungen und Pachtungen sind auf den einzelnen Bodenarten verschieden. In den Neumarschen des Kreises Weener überwiegen die Pachtungen. In

der Altmarsch ist das Verhältnis 1 : 1. Auf der Geest gibt es vornehmlich nur Eigenbewirtschaftungen.

Die Art der Pachtung hat sich im Laufe der Jahre vielfach geändert. Betriebe, die bisher noch im ganzen zur Verpachtung angesetzt waren, wurden, als durch die der Viehwirtschaft günstige Konjunktur der letzten Jahrzehnte die Nachfrage nach Weideland einsetzte, nun vielfach parzellenweise verpachtet und erzielen

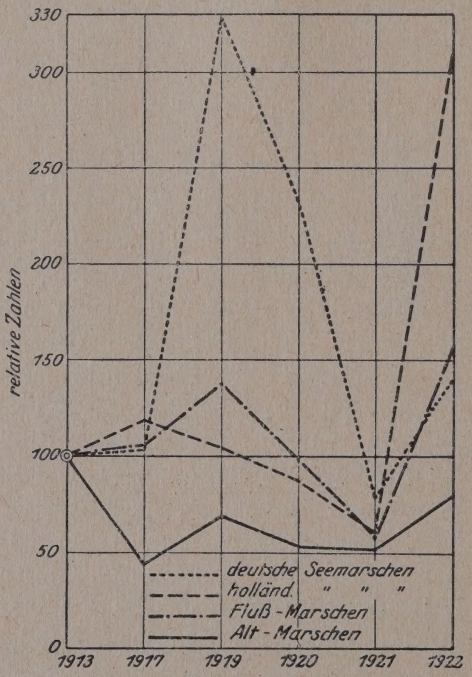


Abb. 1. Steigerung der Pachtpreise im Kreise Weener und Prov. Groningen.

so einen viel höheren Gewinn. So kommt es, daß heute Besitzungen vereinsamt daliegen und jungen Kräften die Möglichkeit, selbständig zu werden, genommen ist. Die Folge der Parzellierung ist, daß die Anzahl der großbäuerlichen Betriebe sich verringert hat, während kleinere Wirtschaften durch Pachtland ihre Fläche vergrößert haben. Eine Gegenüberstellung der Pachtpreise für lose Ländereien in beiden Gebieten ergibt, daß pro Flächeneinheit im Kreise Weener eine höhere Summe gezahlt wurde, als in der Nachbarprovinz Groningen. (Siehe hierzu Abbildung 1.) Für geschlossene Wirtschaften betrug 1913 im Kreise Weener

der Hektarpachtpreis in der Neumarsch 180 M, in der Altmarsch 130 M und auf der Geest 80 M. Die Kaufpreise für 1 ha einer geschlossenen Wirtschaft betrugen in der Neumark 4—5000 M, in der Altmarsch 3—4000 M und auf der Geest bis 2500 M. In der Provinz Groningen zahlte man pro Hektar einer geschlossenen Wirtschaft als Pacht 180 Gulden (= 306 Goldmark), als Kaufpreis 3800 Gulden (= 6460 Goldmark).

Die Bevölkerung in beiden Gebieten gehört dem Stamme der Friesen an. Ihre Hauptmerkmale sind ein starkes Vorherrschen der blonden Haare, der blauen Augen, die starke kräftige Gestalt. Charaktermerkmale sind der überaus stark ausgeprägte Gerechtigkeitssinn, Freiheitssinn und der Hang zum Althergebrachten. Schwer haben die Friesen mit dem Meere um ihre Scholle kämpfen müssen, bevor es gelang, durch Deiche seine elementare Gewalt zu hemmen. Hieraus erklärt sich auch heute bei den Friesen die ausgesprochene Liebe zur Heimat und zur eigenen Scholle.

Die Bevölkerungsdichte ist auf den einzelnen Bodenarten nicht die gleiche. In der Neumarsch findet sich hauptsächlich das Zweikindersystem, welches die Bevölkerungsziffer für diese Gebiete stark herunterdrückt.

Der Verkehr zwischen den beiden Gebieten war vor dem Kriege ein sehr lebhafter. Die Einfuhr in den Kreis Weener übertraf bei weitem die Ausfuhr. Exportiert wurde hauptsächlich Stroh zu den holländischen Kartonnagenfabriken. Die Provinz Groningen führte dagegen alle Arten Lebensmittel über den Kreis Weener nach deutschen Industriegebieten ein. Für gewisse Erzeugnisse z. B. Futterrüben und Kartoffeln gab es zu bestimmten Jahreszeiten zollfreie Einfuhr. Getreideausfuhr nach Deutschland fand wegen der hohen Zölle nicht statt.

Auf dem Arbeitsmarkt bestanden rege Beziehungen zwischen den beiden Gebieten. Zum ersten Grasschnitt zogen viele Arbeiter nach Friesland, zur Zeit der Kornernte und des Getreidedrusches kamen Arbeitskräfte nach dem Kreise Weener.

Nach Darstellung dieser natürlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse sind nun die in beiden Gebieten herrschenden Betriebssysteme zu kennzeichnen. Nach Wagner „Die Rindviehschläge Ostfrieslands“ unterscheiden wir: reine Marschwirtschaften (Polderwirtschaften), Marschweidewirtschaften, Wirtschaften am Rande der Geest und Wirtschaften mit Moor und Geest.

Die hauptsächlichsten Betriebsformen, die Ackerbau- und Marschweidebetriebe, zeichnen sich unter sich durch ihre gleiche Produktionsrichtung und stabile Betriebsgröße, zwischen 20—50 ha schwankend, aus.

Die Polderwirtschaften zeichnen sich durch einen außerordentlichen Nährstoffreichtum ihrer Böden aus. Unter den Kulturarten nimmt deshalb der Ackerbau die erste Stelle ein und zwar in den älteren Poldern zu $^4/_5$, in den jüngeren dagegen die gesamte Fläche. Angebaut werden vor allem Weizen, Wintergerste, Hafer, Ackerbohnen, Erbsen, Klee. In den Poldern der Provinz Groningen traten bereits vor dem Kriege noch die Handelsgewächse, Kümmel und Kanariensamen, sowie Raps hinzu. Der Hackfruchtbau nimmt in den Poldern des Kreises Weener nur einen bescheidenen Raum für sich in Anspruch, in der Provinz Groningen dagegen gewinnt er immer mehr an Ausdehnung. Hier ist infolge der Getreidezollpolitik der Randstaaten der Getreidebau zugunsten der Hackfrüchte eingeschränkt worden. Als Hackfrüchte kommen vor allem Futterrüben, Kartoffeln und Weißkohl in Frage. Die Brache spielt nur noch in den Poldern des Kreises Weener eine Rolle. In der Provinz Groningen ist an ihre Stelle die intensivere Bewirtschaftungsform der Hackkultur der Hackfrüchte, Handelsgewächse und Sämereien getreten. Im Jahre 1913 wurde in 3 Poldern des Kreises Weener noch 4,60% der gesamten Anbaufläche gebracht. Die Fruchtfolge sowie die Stellung der Früchte in ihr ist in den beiden Gebieten verschieden. Für die Fruchtfolge der Vorkriegszeit lassen sich folgende Regeln angeben:

Anbauverhältnisse in Proz. der Anbaufläche:

Kreis Weener:		Provinz Groningen:	
Getreide	57%	Getreide	50 %
Hülsenfrüchte	29 „	Hülsenfrüchte	25 „
Brache	14 „	Handelsgewächse	12,5 „
	100 „	Hackfrucht	12,5 „
			100,8 „

Die Aufeinanderfolge zweier Halmfrüchte auf Brache ist für den schweren nährstoffreichen Boden durchaus angebracht.

In der Provinz Groningen trifft man selten eine feste Fruchtfolge an. Die Marktlage entscheidet dort oft über die Art der anzubauenden Früchte.

Die Hektarerträge sind schwankend und werden z. B. für folgende Fruchtarten angegeben:

Fruchtart	Mittelertrag in Ztr.	Höchstertrag in Ztr.
Weizen	57	80
Gerste	66	80
Roggen	53	72
Hafer	65	80
Kümmel	23	—

Der Rapsbau hat im Kreise Weener aufgehört. Das starke Auftreten des Rapsglanzkäfers sowie das gewaltige Steigen der Strohpreise hat ihn aus der Fruchtfolge verdrängt.

Folgende Aufzeichnung lehrt, daß das Anbauverhältnis von Winterhalmfrüchten und Hülsenfrüchten in den Poldern des Kreises Weener im Jahre 1913 ungefähr gleich war:

Name des Polders	Winterhalmfrüchte in Proz. der gesamten Anbaufläche	Hülsenfrüchte in Proz. der gesamten Anbaufläche
Landschaftspolder	31,67	26,46
Heinitzpolder	22,69	21,61
Charlottenpolder	32,98	31,12

Diese Feststellung hier zu machen, ist erforderlich, um an Hand dieser Statistik später den Einfluß des Krieges auf das Anbauverhältnis der einzelnen Fruchtarten nachzuweisen.

In den Poldern der Provinz Groningen war das Anbauverhältnis von Winterhalmfrüchten zu Hülsenfrüchten wie 2 : 1. Die Tatsache, daß die Anbaufläche der Hülsenfrüchte dort hinter den Winterfrüchten rund 50% zurückbleibt, dürfte ihren Grund in dem vermehrten Arbeitsaufwand sowie in dem unsicheren Erntewetter haben.

Unter den Halmfrüchten steht in den Marschen die Anbaufläche des Hafers an erster Stelle.

Die Rindviehhaltung wird von den meisten Landwirten der Poldermarschen beider Gebiete als ein notwendiges Übel angesehen. Produkte der Milchwirtschaft kommen nur dem eigenen Haushalt zugute.

Pferdezucht ist entsprechend dem weit ausgedehnten Ackerbau eine stärkere als in den Marschweidebetrieben. Die Zahl der Pferde in der Wirtschaft beträgt 14—16.

Wegen der Arbeitsverhältnisse sind die Betriebe in beiden Gebieten trotz der schroffen sozialen Gegensätze nicht so ungünstig gestellt wie manche anderen Marschgegenden, die Arbeitskräfte z. B. aus Polen beziehen müssen. Das Arbeitspersonal setzt sich zusammen aus 3—4 Knechten im Alter von 15—23 Jahren, 2 Mägden von 16—20 Jahren, 2—3 verheirateten Arbeitern. In der Hackfrucht- sowie Erntezeit werden noch einige Männer und Frauen eingestellt. Ein Dienstbotensystem wie im Kreise Weener gibt es in der Provinz Groningen nicht mehr. Die Mädchen vermieten sich gegen Jahreslohn, das männliche Personal als freie Arbeiter gegen Tagelohn. Die Entlohnung erfolgte vor dem Kriege in den Marschen nur in Geld, während auf der Geest ein Teil des Lohnes in Naturalien gegeben wurde. Nach dem Kriege erhalten sie auch dort große Mengen von Naturalien. Die Löhne sind in den letzten Jahrzehnten in den Poldern mehr gestiegen als auf der Geest; diese Steigerung hat ihren Grund außer in der einseitigen Lohnabfindung noch in der großen Nachfrage nach Arbeitskräften, da die Geestbetriebe die besten Kräfte festhalten.

Das zweite Wirtschaftssystem, die Marschweidewirtschaften zeichnen sich wie die Polderwirtschaften durch die gleiche Produktionsrichtung untereinander aus. Die früher zur Zeit der Naturalwirtschaft extensive Bewirtschaftung ist heute infolge der fortgeschrittenen volkswirtschaftlichen Entwicklung durch den mittleren Grad der Intensität abgelöst. Den höchsten Grad der Intensität haben bis jetzt in ihrer Wirtschaft nur wenige erreicht. Die Betriebe in der Altmarsch beider Gebiete weichen in ihrer Wirtschaftsform nicht nennenswert voneinander ab.

Das Verhältnis von Wiesen, Weiden und Acker zum Viehbestand ist in den meisten Wirtschaften derart, daß ein natürliches Gleichgewicht nicht vorhanden ist. Der Grund liegt dafür zunächst in der Ungunst und Gunst der natürlichen Verhältnisse. Die Wiesen liegen meistens weit vom Hof in der Niederung, die in trockenen Jahren auch als Weide benutzt werden können. Dung ist genug vorhanden, der einen intensiven Ackerbau ermöglichen könnte, der aber nicht vorhanden ist.

Als Anbau kommt hauptsächlich Hafer in Frage. Die Ackernutzung kennzeichnet sich wie folgt: 7—8 Jahre Wiese, 1 Jahr Hafer, 4—8 Jahre Wiese. Öfters folgt auf den ersten Haferanbau eine Bohnensaat und dann wiederum eine Haferaussaat.

Der ganze Ackerbau in der Altmarsch zeigt sich den Erträgen nach sehr extensiv, nach Arbeit intensiv, da die Herstellung des Saatbeetes viel Arbeit verursacht.

Die Qualität der Dauerweiden ist als vorzüglich anzusprechen. Je älter die Weiden sind, desto höher sind ihre Erträge. Gemäht werden sie äußerst selten. Die zur Verbesserung der Weiden aufgewandte Arbeit ist in den meisten Betrieben sehr gering. Es wird noch viel Raubbau getrieben, ohne daß die Erträge sehr nachlassen. Geeggt werden die Weiden selten, es sei denn, daß eine Vermoosung eingetreten ist. Wo künstliche Düngemittel gegeben werden, kommt neben schwefelsaurem Ammoniak noch Thomasmehl und Kainit zur Anwendung.

Als Nutzvieh kommt in den Marschweidebetrieben vorwiegend das Rind in Frage. An zweite Stelle tritt das Pferd, die Schafhaltung war vor dem Kriege sehr begrenzt. Die Schweinehaltung hat in den letzten Jahrzehnten immer mehr zugenommen.

Das Arbeitspersonal setzt sich in den Marschweidebetrieben aus 2 Knechten und 2 Mägden zusammen. Während der Erntezeit wird noch ein Arbeiter eingestellt. In der Provinz Groningen kennt man auch in der Altmarsch kein ständiges Gesinde. Nur die Mägde stehen hier in festem Dienstverhältnis. Unterschiede in der Arbeitszuteilung richtet sich nach Alter und Geschlecht. Kulminationspunkte der Arbeit sind im Frühjahr die Bestellung der Sommerung und Düngerausfahren, im Sommer Heu- und Getreideernte, im Herbst der zweite Grasschnitt. In der Provinz Groningen tritt die Hackfruchternte noch hinzu.

Die Geestwirtschaften zeichnen sich durch eine Ungleichmäßigkeit an Größe und Produktionsrichtung aus. Großbetriebe und Zwergbetriebe sind durch eine ununterbrochene Stufenleiter miteinander verbunden. In den Geestbetrieben ist das Verhältnis von Wiese, Weide und Ackerland zum Viehbestand nicht ungünstig, so daß diese nicht so abhängig von der Außenwelt wie die Marschbetriebe sind, die jährlich Viehfutter in den Poldern erstehen müssen.

Die Güte der Wiesen steht qualitativ hinter der in der Altmarsch zurück, fast der gesamte Stalldung wird von der Ackerfläche beansprucht. In der Provinz Groningen lassen die Betriebe der Wiese mehr Aufwand an Arbeit und Kapital durch reichliche Kalkdüngung zukommen.

Unter den Ackerbaugewächsen bleibt der Roggen noch immer die Hauptfrucht; dort, wo seine Anbaufläche eingeschränkt worden ist, sehen wir Hafer, in geringerer Ausdehnung Weizen und Gerste. Die ehemalige Fruchtfolge Roggen — Kartoffeln — Roggen haben einer freieren Fruchtfolge das Feld räumen müssen. Folgende Fruchtfolgen treffen wir daher in den Geestbetrieben beider Gebiete an:

Kreis Weener:		Provinz Groningen:	
Anbauverhältnis in Proz. der Anbaufläche.			
Winterung	28,6	Getreide	50,1
Sommerung	57,2	Hülsenfrüchte	16,7
Weide	14,2	Hackfrüchte	33,2

Die Durchschnittserträge auf den Geestböden sind folgende pro Hektar:

Roggen	Hafer	Bohnen	Kartoffeln
Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.
42	58	50	400

In der Betriebsweise ähneln heute schon sehr viele Geestbetriebe den Marschweidewirtschaften. Die Intensitätsgrenze der Bodenbenutzung liegt hoch, so daß dort der relative Ertragszuwachs noch leicht den Aufwand deckt, während in der Altmarsch der absolute Ertrag infolge der Fruchtbarkeit der Böden hoch, der relative Ertragszuwachs dagegen schwankend ist.

Das Arbeitspersonal ist an der Zahl dem Altmarschbetriebe gleich. Seine Beschaffung ist leichter, da sie mit den Geestbauern in geschlossenen Ortschaften wohnen.

Alle drei Wirtschaftssysteme erfordern eine große Kapitalkraft. Da die Qualität der Böden über die Höhe des Kaufpreises entscheidet, ist es einleuchtend, daß der Preis pro Hektar auf der Geest durchschnittlich 30% niedriger ist als für dieselbe Fläche Marschboden.

Die noch übrig bleibenden kleineren Betriebe zeichnen sich durch ihren hauswirtschaftlichen Charakter aus. Körperliche Tüchtigkeit und Fleiß entscheiden hier über die Existenzfrage.

Während die natürlichen Verhältnisse beider Gebiete vor dem Kriege so ziemlich dieselben waren, sind die wirtschaftlichen Verhältnisse recht erheblich verschieden gewesen. Vergrößert haben sich diese Unterschiede aber noch während und nach der Kriegszeit. Die Zwangsmaßnahmen sowie die wirtschaftlichen und

politischen Umwälzungen der Nachkriegszeit haben den einzelnen Betrieb mehr oder weniger stark berührt. Der Krieg hat die Urkraft einer Wirtschaft am deutlichsten gezeigt.

Nicht ohne Einfluß konnte Ausbruch und Verlauf des Krieges auf die Beziehungen zwischen den beiden Gebieten bleiben. Ausfuhrverbote wurden auf beiden Seiten erlassen. Während jegliche Ausfuhr nach Holland untersagt war, war die Einfuhr von Lebensmitteln gegenüber der Vorkriegszeit um ein Gewaltiges gestiegen, so daß die holländische Regierung sich zeitweilig veranlaßt sah, den Export von Brotgetreide zu verbieten. In der Nachkriegszeit hatte die Geldinflation eine gesteigerte Ausfuhr von landwirtschaftlichen Maschinen sowie Manufakturwaren zur Folge. Der Schmuggel nicht ausfuhrberechtigter Sachen blühte.

Was die Arbeitsverhältnisse beider Gebiete zueinander anbetraf, so standen während der Kriegszeit sehr viel holländische Arbeitskräfte in deutschen Diensten, während nach dem Kriege infolge der hohen Löhne in Holland, bedingt durch die besseren Valutaverhältnisse, eine große Abwanderung nach dort erfolgte. Besonders waren es Mägde, die dort in Stellung gingen.

Um die Preisgestaltung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Erzeugungsmittel vor und nach der Kriegszeit verfolgen zu können, bedienen wir uns des Wertmessers „Roggen“ der bei der Preisbildung zugrunde gelegt werden kann. Zur Darstellung der Preisentwicklung wird nun für jedes Jahr und Vergleichsdatum der Preis für 1 Ztr. Roggen eingesetzt und alsdann berechnet, wieviel Zentner dieser Frucht einmal 1913, dann aber in den Kriegs- und Nachkriegsjahren zur Entstehung der betreffenden Erzeugnisse und Erzeugungsmittel notwendig waren. Alsdann läßt sich unter Zuhilfenahme von Verhältniszahlen der Verlauf der Preisgestaltung in beiden Gebieten veranschaulichen. Die Darstellung der Preisgestaltung setzt aber eine Untersuchung über die Entwicklung der Verhältnisse in beiden Gebieten voraus.

Mit Ausbruch des Krieges wurden im Kreise Weener Höchstpreise zunächst für die Ackerprodukte Roggen und Weizen, festgesetzt, dann aber folgten auch die anderen Getreidearten sowie die Hülsenfrüchte. Die Aufhebung der Höchstpreise erfolgte erst mit der Ernte 1918 bezw. 1919. Sie war für die

Getreidearten nur eine teilweise. Denn an die Stelle der Höchstpreise traten die Umlagepreise. Die Handelsgewächse Kümmel, Kanariensamen, Mohn usw. unterstanden niemals einer Zwangsbewirtschaftung, für sie bestand die freie Preisbildung. In der Weidewirtschaft der Altmarsch und auf der Geest kam noch als drückendes Moment der Wirtschaftsführung die Abgabe von Vieh an die Heeresverwaltung zu festgesetzten Preisen hinzu. Eine Einschränkung erfuhr sie im Jahre 1920, die völlige Aufhebung erfolgte im Juni 1921. Höchstpreise, die später in Richtpreise umgeändert wurden, bestanden noch für Kartoffeln.

Die kriegerische Verwicklung auf dem europäischen Festlande blieb natürlich auch nicht ohne Einfluß auf die wirtschaftlichen Verhältnisse in Holland. Die dortige Regierung ergriff sofort Maßnahmen zur Aufrechterhaltung des Wirtschaftslebens: Die Ausfuhr von Brotgetreide wurde vorübergehend verboten; ein Teil des Brotgetreides mußte der Regierung zur Verfügung gestellt werden. Für vermehrten Roggenbau wurden Prämien ausgesetzt, der Anbau der Handelsgewächse eingeschränkt. Weideland wurde zwangsweise in Ackerland umgelegt. Die meisten Verordnungen hatten nur einen vorübergehenden Charakter und bestanden am Schluß des Krieges nicht mehr. Die Preisentwicklung für die Erzeugnisse nahmen in beiden Untersuchungsgebieten zunächst denselben Verlauf. Infolge der Abgeschlossenheit vom Ausland d. h. der Unterbindung der Zufuhren konnte das Angebot mit der gesteigerten Nachfrage nach Ackerbaugewächsen nicht gleichen Schritt halten. Die Folge war ein Anziehen der Preise zunächst für Hülsenfrüchte, dann aber auch für Brotgetreide. Dieser Preiswirkung trat die Regierung mit der Einführung von Höchstpreisen im Jahre 1916 entgegen mit dem Zweck, billiges Brot der Bevölkerung geben zu können. Um eine möglichst schnelle Ablieferung zu veranlassen, wurden im Jahre 1918 Ablieferungsprämien eingeführt. Ihre Sätze hatten nach den einzelnen Ablieferungsterminen eine verschiedene Höhe. Die Aufhebung der Höchstpreise für Leguminosen erfolgte 1919, für die Zerealien 1920, für welche 1922 die Umlagepreise noch in Kraft waren. In welchem Verhältnis die Preise für die einzelnen Getreidearten und Hülsenfrüchte gegenüber 1913 gestiegen waren, lehrt folgende Tabelle:

Jahr	Weizen pro 50 kg		Roggen pro 50 kg		Hafer		Bohnen		Kümmel	
	Abs. M.	rel.	Abs. M.	rel.	Abs. M.	rel.	Abs. M.	rel.	Abs. M.	rel.
1913	9,86	100	8,07	100	6,75	100	8,30	100	30	100
Septbr. 1922	3250	32 961	2850	35 316	2850	42 222	3850	46 385	65 000	23 203

Der Mangel an eiweißhaltigen Futtermitteln bewirkte vor allem den relativ hohen Preis für Ackerbohnen. Die größte Preissteigerung hatte aber das Handelsgewächs Kümmel erfahren, das niemals der Zwangsbewirtschaft unterstand.

Die Preise für die einzelnen Tiergattungen hatten im Kreise Weener ihren relativen Höhepunkt 1919. Die große Nachfrage nach Wolle brachte relativ sehr hohe Preise für die Schafe, während Schweine infolge Mangel an absolutem Schweinefutter sehr niedrige Preise aufwiesen. Die Spannung zwischen den Preisen für Vieh und Korn war im Jahre 1919 infolge der Zwangsbewirtschaftung des Getreides sehr groß.

Was die Lohnentwicklung im Kreise Weener anbetrifft, so haben die Löhne für männliches Personal die absolute Höhe von 1913 nicht wieder erreicht. Geldentwertung und dementsprechende Lohnaufbesserung hatte nicht gleichen Schritt gehalten. Im Vergleich zu den Kornpreisen waren die Löhne von 1918—1922 sehr niedrig. Die Löhne für die freien Arbeitskräfte wurden seit dem 1. April 1919 durch den Arbeitgeber- und Arbeitnehmerverband geregelt.

Die Tage- sowie Akkordlöhne der freien Arbeiter wurden gleichfalls durch den Arbeitgeberverband geregelt. Solange die Zwangsbewirtschaftung herrschte, waren die Löhne relativ höher als 1914. Mit der Freigabe des Getreides und seiner Anlehnung an die Weltmarktpreise blieben sie aber weit hinter der Kornpreisentwicklung zurück. Verdiente der Arbeiter z. B. 1913 als Wochenlohn in Getreide umgerechnet 72,3 kg Roggen, so erhielt er im Sommer 1922 in demselben Zeitabschnitt nur noch 37,5 kg Roggen. Die fortschreitende Entwertung der deutschen Mark zwang die Arbeiter in der Nachkriegszeit, einen Teil des Bargeldlohnes in Form von Naturalien zu empfangen. Am meisten ver-

dienten die Dreschmaschinenarbeiter, fand doch ihr Lohnabschluß stets unter Berücksichtigung des jeweiligen Roggenpreises statt.

Die Preise für künstliche Düngemittel haben mit Ausnahme für Phosphorsäure relativ betrachtet in und nach der Kriegszeit den Preisstand von 1913 nicht erreicht. Die Menge der landwirtschaftlichen Erzeugnisse, die erforderlich waren, um während der Kriegs- und Nachkriegszeit ein Zentner schwefelsaures Ammoniak und ein Zentner Kalisalz zu erstehen, war erheblich geringer geworden. Von den Phosphordüngemitteln war es wiederum das Superphosphat, das stets den höchsten Preisstand zu verzeichnen gehabt hat.

Die landwirtschaftlichen Maschinen haben ihren Preishöhepunkt im Jahre 1920 zu verzeichnen gehabt. Am relativ billigsten waren sie im Sommer 1922. Die Preise für landwirtschaftliche Maschinen konnten der Geldentwertung nicht so schnell folgen wie die Ackerbauprodukte. So kostete z. B. im Jahre 1913 ein Grasmäher den Wert von 36 Ztr., 1920 64,8 Ztr. Roggen, im Sommer 1922 dagegen nur 26,3 Ztr. dieser Frucht.

Was die Entwicklung der Preise für Ackerbau- und Viehprodukte, für Arbeitslohn, künstliche Düngemittel und landwirtschaftliche Maschinen in der Provinz Groningen anbetrifft, so ergibt sich hier folgendes Bild: Für sämtliche Ackerbauprodukte trat hier eine Preissteigerung ein, die ihren Höhepunkt teils 1918 und 1919, für Weizen erst 1920 erreichte. Von diesem Zeitpunkt an trat ein Preisrückgang ein, so daß im Sommer 1922 ungefähr die Friedenspreise wieder gezahlt wurden. Der Preisrückgang war eine Folge des großen Preissturzes in Amerika, der im Frühjahr 1920 dort eintrat.

Die fortwährende Steigerung der Getreidepreise während des Krieges lehrt, daß in den Niederlanden mit allem Nachdruck durch Gewährung höherer Preise für Brotgetreide die Vergrößerung der Getreideanbaufläche angestrebt ist. Was das Preisverhältnis der verschiedenen Getreidearten untereinander anbetrifft, so zeigt die Statistik, daß alle anderen Ackerbauprodukte in den ersten Kriegsjahren eine stärkere Steigerung erfuhren als der Roggen. Der Rückgang seiner Anbaufläche veranlaßte die holländische Regierung, den Roggenpreis zu erhöhen, was vom Jahre 1917 an erfolgte.

Die Preise für Vieh hatten ihren Höhepunkt in der Provinz

Groningen im Jahre 1919 erreicht: Mit der Entwicklung der Kornpreise hatten die Viehpreise während des ganzen Krieges nicht Schritt halten können. Erst Ende 1922 überholten sie die Kornpreise, trotzdem von 1919 ab auch eine rückwärtige Bewegung der Viehpreise eingetreten war.

Die Lohnfrage wurde in der Provinz Groningen bereits seit 1916 durch den Arbeitgeberbund geregelt. Heftige Lohn-

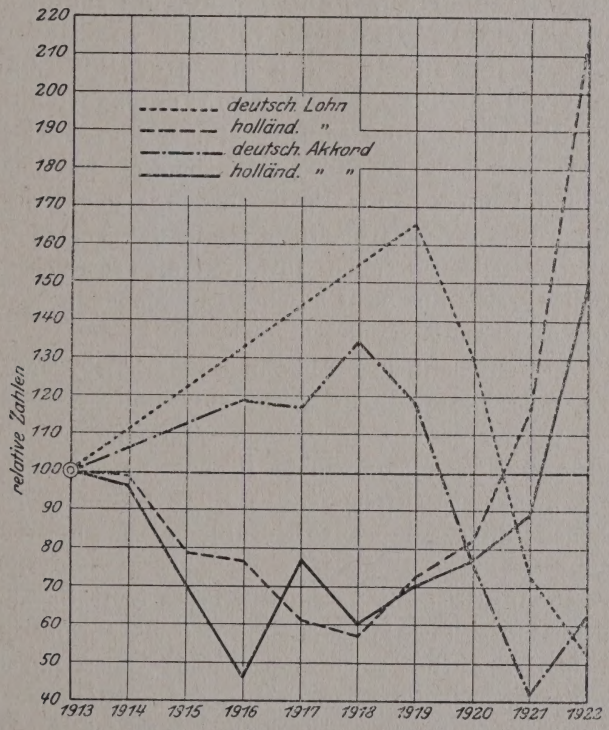


Abb. 2. Steigerung der Arbeitslöhne im Kreise Weener und Prov. Groningen.

kämpfe verbunden mit wochenlanger Arbeitsniederlegung führten meistens zu einer Einigung. Akkord- und Tagelöhne seit 1900 im Steigen begriffen, konnten während der Kriegsjahre nicht dem schnellen Tempo der Preisentwicklung für Ackerbau- und Viehprodukte folgen. Die höchsten Löhne wurden im Jahre 1921 gezahlt, als die Preise für die Ackerprodukte eine starke Abwärtsbewegung zu verzeichnen hatten. Trotz Herabsetzung der Löhne um 15% im Jahre 1922 war das Gleichgewicht zwischen

den Preisen für Ackerbauprodukte und den Vorkriegszeitlöhnen bei weitem noch nicht wieder hergestellt. Verdiente z. B. ein Arbeiter in der Provinz Groningen als Wochenlohn 1913 in Roggen ausgedrückt 74,3 kg, so bekam er 1922 159,22 kg, in Prozenten ausgedrückt 114% über Friedenslohn, bei einer Verringerung der Arbeitsintensität um 30%. Es zeigt sich hier das entgegengesetzte Bild. In Deutschland während des Krieges bei Zwangsbewirtschaftung hohe Löhne, bei freier Bewirtschaftung relativ niedrige Löhne; in der Provinz Groningen während des Krieges niedrige Löhne bei hohen Getreidepreisen, in der Nachkriegszeit bei Fallen der Getreidepreise hohe Löhne. (Siehe hierzu Abb. 2.)

Die Preise für die künstlichen Düngemittel, vornehmlich für Stickstoff und Phosphorsäure stiegen in den ersten Kriegsjahren. Die Kalipreise waren stets niedriger als in der Vorkriegszeit. In der Nachkriegszeit trat auch für N ein Preisrückgang ein, während die Preise für die Phosphorsäuredüngemittel sich stets über den Vorkriegspreisstand bewegten.

Die landwirtschaftlichen Maschinen waren in der Provinz Groningen während der Kriegszeit relativ billiger als vor dem Kriege. Ihre Begründung findet diese Tatsache in den hohen Preisen für die Ackerbauprodukte in der Kriegszeit, während umgekehrt nach dem Kriege die niedrigen Kornpreise einen relativ hohen Preis für landwirtschaftliche Maschinen im Gefolge hatte.

Die Zwangswirtschaft in der Kriegs- und Nachkriegszeit konnte nicht ohne Einwirkung auf die Betriebsführung in beiden Gebieten bleiben. Die Höchstpreise und Ablieferungspflichten mußten eine Änderung in der Betriebsorganisation für die der Zwangsbewirtschaftung unterstellten Produkte herbeiführen. Das unnatürliche Verhältnis auf der einen Seite freie Löhne, auf der anderen Seite Höchstpreise für die landwirtschaftlichen Erzeugnisse — mußte sich in irgend einer Form auswirken. Es geschah in der Änderung der Anbauarten der Kulturgewächse sowie in dem Anbauflächenverhältnis der einzelnen Ackerbauprodukte untereinander. Der Anbau der Handelsgewächse Kümmel und Kanariensamen, nahm im Kreise Weener auf Kosten der Brotgetreideanbaufläche zu, wie folgende Übersicht zeigt. (Siehe hierzu Abb. 3.)

Aubau-	Charlottenpolder			Landschaftspolder			Heinitzpolder		
fläche	1913 ha	1920 ha	1922 ha	1913 ha	1920 ha	1922 ha	1913 ha	1920 ha	1922 ha
Brot-getreide	152	91	132	200	129,55	154,27	301	124	152
Handels-gewächse	5	35,5	15	2	49,75	158	—	80	92

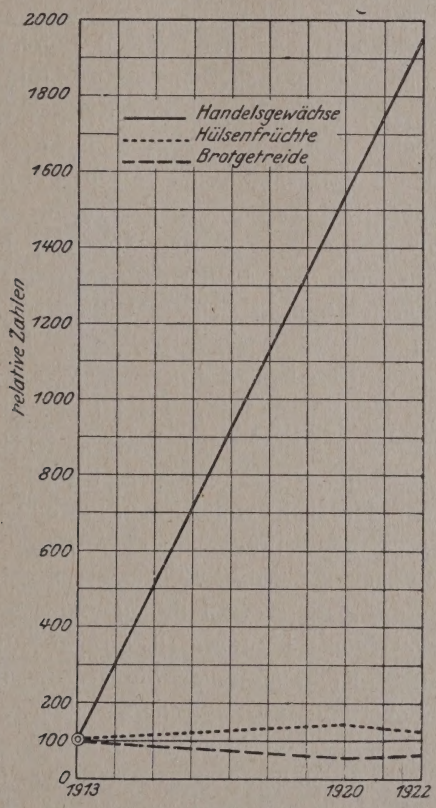


Abb. 3. Verschiebung der Anbauflächen in den Poldern. Kreis Weener.

Ebenso wie die freie Preisgestaltung der Handelsgewächse wirkten die bereits ein Jahr früher als für die Getreideprodukte erfolgte völlige Freigabe der Hülsenfrüchte auf die Anbauflächenverhältnisse im Kreise Weener ein, wie folgende Tabelle zum Ausdruck bringt. (Siehe hierzu Abb. 3.)

Art der	Charlottenpolder			Landschaftspolder			Heinitzpolder		
Anbaufrüchte	1913 ha	1920 ha	1922 ha	1913 ha	1920 ha	1922 ha	1913 ha	1920 ha	1922 ha
Hülsenfrüchte	109	132	99	273	407,55	360,31	204	329	340

Mit der Freigabe des Getreides aus der Zwangsbewirtschaftung und das Ansteigen der Getreidepreise wurde die Anbaufläche der Hülsenfrüchte wieder eingeschränkt.

Die Freigabe der Hülsenfrüchte wirkte auf die Fruchtfolge in vielen Polderwirtschaften nicht unwesentlich ein. Auf Stickstoffsammler folgten Stickstoffzehrer, auf diese wieder Stickstoffsammler, ein Vorgang in der Fruchtfolge, der sich bei dem hohen Kalkgehalt der Polderböden ungeschadet durchführen läßt. Auch die Bodenbearbeitung hat während des Krieges aus Mangel an geschultem Personal im Kreise Weener sehr zu wünschen übrig gelassen. Die Folge war eine solch starke Verunkrautung der Felder, daß in der Nachkriegszeit zur vermehrten Brachhaltung übergegangen werden mußte. Betrug vor dem Kriege die gebrachte Fläche in den drei Poldern des Kreises Weener nur 4, 5,9 %, so nahm sie 1920 und 1922 16,89 % resp. 17,69 % der Gesamtfläche ein.

In den Weidewirtschaften des Kreises Weener machte sich der Ausbruch des Krieges und die Inkraftsetzung der Blockade in dem Ausbleiben der ausländischen Futtermittel (Erdnußkuchen) bei der Winterfütterung des Viehstapels bald bemerkbar. Die Einschränkung der Fütterung mit diesen eiweißhaltigen Futtermitteln setzte die Milchleistungen nicht unwesentlich herunter. Dazu kam die Verringerung des Viehstapels durch Abgaben an die Heeresverwaltung, die von Jahr zu Jahr größer wurden. So mußte der Kreis Weener im Jahre 1917 42,50 %, im Jahre 1918 sogar 46,1 % seines Viehbestandes an die Kreisfleischstelle liefern.

Der Schweinebestand war durch Abgaben an die Kreisfleischstelle sowie verstärkte Abschlachtung infolge Mangel an Kraftfutter so stark zusammengeschrumpft, daß 3 Jahre nach Kriegsende ihre Zahl erst wieder auf 64,5 % des Vorkriegsbestandes angelangt war.

Großen volkswirtschaftlichen Schaden verursachte die Zwangsbewirtschaftung der Milch, die bei den niedrigen Höchstpreisen, den hohen Gestehungskosten und dem Kraftfuttermangel bald das billigste und beste Kraftfutter wurde.

Auf die Betriebsweise der Geestwirtschaft hat die Zwangsbewirtschaftung keine grundlegende Änderung hervorgerufen, da die natürliche Grundlage dort mehr oder weniger die Produktionsrichtung vorschrieb.

Die zwangsweise Bewirtschaftung von Roggen und Kartoffeln haben die Intensität erheblich vermindert. Eine extensive Düngerwirtschaft war die Folge der relativ hohen künstlichen Düngermittelpreise.

In der Provinz Groningen trat ein vermehrter Anbau von Brotgetreide ein, nachdem die Regierung die Einschränkung der Anbaufläche für Handelsgewächse und Sämereien verordnet hatte. Günstig auf den verstärkten Anbau von Brotgetreide wirkte die Erhöhung der Preise für Roggen und Weizen, so daß die Ver-

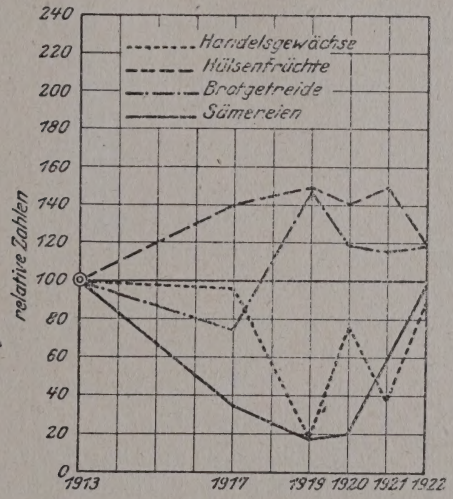


Abb. 4. Verschiebung der Anbauflächen in den Poldern. Prov. Groningen.

mehrung ihrer Anbaufläche gegenüber 1913 betrug: (Siehe hierzu Abb. 4.)

Jahr	1919	9,93%
„	1920	7,81 „
„	1921	9,42 „

Der Mangel an eiweißhaltigen Futtermitteln bewirkte auch in der Provinz Groningen ein Anziehen der Preise für die Hülsenfrüchte und damit ihren vermehrten Anbau. Die Zunahme des Hülsenfrüchteanbaues betrug im Jahre 1917 7,63%, im Jahre 1919 9,58% der Gesamtanbaufläche.

Eine starke Vergrößerung ihrer Anbaufläche wiesen die feldmäßig angebauten Gartengewächse im Jahre 1922 auf. Ihre Zunahme betrug gegenüber 1913 5,27% der Gesamtanbaufläche.

Der Anbau der Handelsgewächse und Sämereien erfuhr mit Inkrafttretung des Regierungserlasses 1917 einen weiteren Rückgang, der für Handelsgewächse und Sämereien in Prozent der Gesamtanbaufläche gegenüber 1913 betrug: (Siehe hierzu Abb. 4.)

	Handelsgewächse	Sämereien
im Jahre 1919	9,19%	7,23%
„ „ 1920	2,80 „	7,03 „
„ „ 1922	1,63 „	0,37 „

Die Löhne in der Provinz Groningen wiesen zu Beginn des Krieges beinahe dasselbe Verhältnis zum Roggen wie im Kreise Weener auf. Am Ende 1922 war jedoch in der Provinz Groningen die Spannung zwischen Löhnen und Kornpreisen sehr groß. Dem Preisrückgang für Getreide war nicht der Lohnabbau im selben Verhältnis gefolgt, welches sicherlich zur Folge haben wird, daß die extensiven Kulturgewächse die intensiven immer mehr ablösen werden.

In den Marschweidewirtschaften nahm die Pflege des Rindviehs infolge Mangels an Kraftfutter mehr und mehr eine extensivere Form an. Nur mit Hilfe eines ausgedehnten Anbaus von Viehfutter vermochte man 1917 und 1918 die Stärke des Viehstapels zu erhalten. Die Milchproduktion ging stark zurück.

Die Schweinemast für den Markt trat in der Provinz Groningen infolge Mangels an Kraftfutter im Winter 1916/17 stark zurück; nur für den Hausbedarf wurden noch Tiere gehalten.

Eine Zwangsbewirtschaftung der Viehprodukte fand während der ganzen Kriegs- und Nachkriegszeit in der Provinz Groningen nicht statt.

Nach dieser Darstellung der Verhältnisse in den Untersuchungsgebieten Richtlinien für die Betriebsführung in den verschiedenen Wirtschaftssystemen für die Folgezeit zu geben, ist zu gewagt, kann sich doch die Wirtschaftslage unter den obwaltenden Verhältnissen sehr schnell ändern.

Ergebnis der Untersuchung.

Aus dem oben Dargestellten ersehen wir, daß sich in den Untersuchungsgebieten im Laufe der Zeiten die mannigfachsten Betriebsverhältnisse entwickelt haben. Das Hauptmerkmal des Landbausystems ist eine mehr oder weniger Vereinigung von Boden und Viehnutzung. Die einzelnen Nutzungszweige werden

durch die drei Faktoren: Bodennutzungsmittel, Bodennutzung und Verwertungsgemeinschaft zu einem organischen Ganzen zusammengeschlossen. Dieser Forderung werden aber nicht alle Betriebe in gleicher Weise gerecht. Besonders abseits stehen in unseren Untersuchungsgebieten die Marschbetriebe und Kolonate. Während in den Poldern der Nährstoffreichtum der Böden der Faktor ist, welcher dort die ausgedehnte Ackernutzung vorschreibt, ist es in der Altmarsch beider Gebiete vornehmlich der Wiesenfaktor, der bestimmend einwirkt und den starken Viehstapel erfordert. Nach dem Wiesenfaktor ist der Preis der stärkste Differenzierungsfaktor. Weniger einflußreich ist bei unseren räumlich engen Gebieten die Verkehrslage, eine Tatsache, die sich schon aus der gleichen Produktionsrichtung in den Betrieben gleicher Größe und Bodenart feststellen läßt. Einen großen Einfluß übt die Verkehrslage aber auf die Intensität der Betriebe aus. Gute Verkehrswege als Pulsadern des modernen Wirtschaftskörpers gestatten es die Produkte schneller und billiger den Marktorten zuzuführen, andererseits Produktionsmittel vorteilhafter zu entnehmen. Die Folge der mehr oder weniger günstigen Verkehrslage kommt in den beiden Untersuchungsgebieten am deutlichsten in den verschiedensten Intensitätsstufen der Wirtschaftsführung zum Ausdruck.

Was die Intensität der Polderwirtschaften beider Gebiete anbetrifft, so ist der im Kreise Weener betriebene Ackerbau als recht extensiv zu bezeichnen. In den jungen Poldern wird überall viel Raubbau getrieben. In der Provinz Groningen dagegen nimmt der Hackfruchtbau, das Kennzeichen einer intensiven Wirtschaftsform einen großen Raum ein. Die dortigen Betriebe präsentieren sich nicht nur arbeits-, sondern auch kapitalintensiv. Anders liegen die Verhältnisse auf dem Gebiete der Rindviehzucht. Hier wird im Kreise Weener die höchste Stufe der Intensität angestrebt, während in der Provinz Groningen nur eine Mittelstufe anzutreffen ist.

Ein vermehrter Anbau von Sämereien und die Ausschaltung bezw. Einschränkung der Brache in der Fruchtfolge würden in den Poldern des Kreises Weener die Rentabilität der Betriebe wesentlich steigern. In der Provinz Groningen könnte andererseits durch zielbewußte Arbeit auf dem Gebiet der Tierzucht der Stand der dortigen Rindviehzucht nicht unerheblich gehoben

werden. Während also die Provinz Groningen das Land des intensiven Ackerbaus ist, besitzt der Kreis Weener eine auf höchster Intensitätsstufe stehende Tierzucht.

Was die Lohnentwicklung in beiden Gebieten anbetrifft, so sehen wir das entgegengesetzte Bild. Dank der Höhe der Getreidepreise und der relativ geringen Löhne während der Kriegszeit haben die Besitzer der Provinz Groningen eine hohe Rente aus der Wirtschaft erzielen können. Mit dem Rückgang der Getreidepreise setzte auch der Abbau der im Laufe der Zeit sich entwickelnden hohen Löhne ein, der aber nicht mit ersterem gleichen Schritt hielt. Diese neue Spannung zwischen Getreidepreisen und Löhnen wird den Übergang zur extensiven Wirtschaftsform auch in den holländischen Teilen unseres Untersuchungsgebietes zur Folge haben.

Schwere Zeiten werden manche Betriebe in beiden Untersuchungsgebieten noch entgegen gehen, doch werden auch diese Zeiten von den Besitzern überwunden werden, wenn das erforderliche Betriebskapital einigermaßen unberührt bleibt.

Bücherbesprechungen.

Elektrofutter, Grundlagen der Frischhaltung von Saftfutter durch Elektrizität. Bau, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Elektro-Siloanlagen von Hermann Osten. Mit 28 Abbildungen. Rom-Verlag (R. Otto Mittelbach) Charlottenburg 5. 102 Seiten. Preis Rm. 2,50.

Das Buch behandelt zuerst kurz die Frage der Futtererhaltung und ihre praktische Bedeutung um sodann ausführlich die Konservierung des Futters mit Elektrizität zu besprechen. Die klaren mit guten Illustrationen begleiteten Ausführungen geben ein gutes Bild von dem Verfahren und werden deshalb allen, welche sich über dieses unterrichten wollen, von Nutzen sein. Ob es vom wirtschaftlichen Standpunkt gesehen das leisten wird, was man sich von ihm verspricht, wird die Zukunft lehren. v. Seelhorst.

Vorlesungen über landwirtschaftliche Mikrobiologie. I. Ziele und Wege der landwirtschaftlichen Mikrobiologie. Von Traugott Baumgärtel. München, J. A. Mahr, 1924.

Dieses 62 Seiten starke Heft ist gedacht als der Beginn einer Reihe von Einzeldarstellungen aus dem Gebiet der landwirtschaftlichen Mikrobiologie. Es handelt sich im wesentlichen um eine breite historische Einleitung über die Entwicklung unserer Kenntnis von den Mikroorganismen sowie der Darstellung allgemeiner Untersuchungsmethoden (bis S. 45). Es folgt eine nur ganz kurze ($6^1/_2$ Seiten) Skizzierung der Bedeutung der Mikroorganismen für den Stoffkreislauf in der Natur. Sodann versucht Verf. den Nachweis zu führen, daß in Deutschland diese Bedeutung der Mikroorganismen wenig allgemeine Beachtung und Wertschätzung gefunden habe, und auch jetzt noch die Anregung zum Ausbau der Mikrobiologie aus der landwirtschaftlichen Praxis kommen müsse, mit welchen Behauptungen Verf. doch wohl etwas sehr einseitig urteilt. Den Schluß bilden Anmerkungen und Literaturangaben.

Die Darstellung ist im wesentlichen populär gehalten. Rippel.

Grundriß der theoretischen Bakteriologie. Von Traugott Baumgärtel. Berlin, J. Springer, 1924.

Ein Buch über theoretische Bakteriologie entspricht zweifellos einem Bedürfnis; gerade der Ref. empfand den Mangel eines solchen, wenn es sich darum handelte, zum Studium ein neueres Buch über dieses Gebiet zu empfehlen.

Der Verf. hat sich offenbar bemüht, seiner Aufgabe gerecht zu werden wie auch die zahlreichen am Schluß angeführten Literaturangaben zeigen. Die Stoffgliederung ist teilweise zu weit getrieben; so daß sich mehrfach Wiederholungen finden und andererseits Zusammengehöriges auseinandergerissen ist.

Bedenklicher jedoch ist, daß die Darstellung von Unrichtigkeiten und Ungenauigkeiten förmlich wimmelt, wozu folgende Beispiele angeführt seien: S. 153 erscheint Alanin als aromatischer Körper. Unter dem Abschnitt „Baustoffwechsel" werden die ganzen Gärungsvorgänge behandelt, während der Abschnitt „Betriebsstoffwechsel" nur ganz kurz abgetan wird und überhaupt keinen Zusammenhang mit den unter Baustoffwechsel besprochenen Gärungsvorgängen, also dem eigentlichen Betriebstoffwechsel erkennen läßt. Dort heißt es auch S. 175: „chlorophyllführende (grüne) Bakterien" und es wird der Stoffwechsel aller nicht photosynthetisch arbeitender Bakterien (also auch die Heterotrophie) als „Chemosynthese" bezeichnet! Unter „Stickstoffnahrung wird u. a. die Nitratbildung aus Ammoniak, unter „Schwefelnahrung" u. a. die Oxydation von Schwefelwasserstoff zu Schwefelsäure behandelt. Die Reduktion von Nitrit zu Ammoniak wird als „Ammoniakgärung" bezeichnet usw. usw.

Alles in allem dürfte die Häufung dieser Unrichtigkeiten und Ungenauigkeiten, besonders auch das völlige Durcheinanderwerfen von Bau- und Betriebsstoffwechsel das Buch als ziemlich verfehlt erscheinen lassen; vor allem scheint es gefährlich, es dem Lernenden an die Hand zu geben, da es hier viel Verwirrung stiften kann. Rippel.

Zellstimulations-Forschungen. Von M. Popoff und W. Gleisberg. Berlin, Paul Parey, 1924. Band I, Heft 1. Mit 41 Textabbildungen. Einzelpreis Rm. 6.—. Abonnementspreis Rm. 5.—.

Die künstliche Parthenogenese von Seeigeleiern (J. Loeb) und die verschiedenen Verfahren des Frühtreibens von Pflanzen in Winterruhe sind schon länger bekannte Beispiele von Zellstimulation. Popoff hat sich schon länger mit dieser Frage beschäftigt und insbesondere auch auf die Stimulation von Samen und Kartoffeln zur Erzielung kräftigerer Pflanzen und die mögliche praktische Bedeutung für die Landwirtschaft hingewiesen. Der Erforschung aller mit Zellstimulationen zusammenhängenden Fragen soll die neu gegründete Zeitschrift dienen. Das vorliegende erste Heft enthält folgende Beiträge:

M. Popoff: Zellstimulation und ihre theoretische Begründung (S. 3.) Popoff entwickelt folgende Vorstellung: Er übernimmt Vorstellungen der Ehrlichschen Seitenkettentheorie und stellt sich nun vor, daß ein Stillstand in den Lebensfunktionen dann eintrete, wenn die Atmungsseitenketten mit Sauerstoff gesättigt seien oder die Abgabe von Sauerstoff an weitere Seitenketten nur langsam erfolge. Sobald nun eine reduzierende, Sauerstoff beanspruchende Verbindung hinzukommt, sollen wieder freie Sauerstoffaffinitäten geschaffen werden und die Sauerstoffzirkulation wieder in Gang kommen, die lebende Substanz stimuliert werden. Eine zu intensive Einwirkung des stimulierenden Mittels würde natürlich eine Lähmung der Zellfunktion zur Folge haben, wie das allgemein von solchen Mitteln bekannt ist, die nur in gewissen, geringen Konzentrationen stimulierend wirken.

Zum Beweis prüft Popoff folgende reduzierenden Stoffe: 1. CO und CO_2; 2. Mg, Mn, K, Na, Ph, Hg und ihre Salze; 3. Arsen und seine Derivate; 4. Die Alkohole der Kohlenwasserstoffe; 5. Die Aldehyde, Ketone, Säuren der Alkohole; 6. Die Glukose; 7. Die Phenole und ihre leicht oxydablen Derivate, die ein- und vielwertigen Phenolsäuren; 8. Verbindungen aus der Gruppe der Terpene und Kampfer, der Diphenyle, Anthracene, Pyrone, Pyridine; 9. die Hypnotica und Anästhetica, die leicht oxydablen Alkaloide; 10. Fluoreszierende Stoffe. Die Konzentration betrug z. B. bei den Salzen von 2. 10—30‰; bei Phenolen 0,25—1,00‰ usw. Meist handelt es sich um das Einquellen von Samen in diesen Lösungen. Leider wird nur angegeben: Die Pflanzen wuchsen besser als die Wasserkontrollen oder waren 1,5 oder 2mal so hoch wie diese, so daß man sich kein rechtes Bild machen kann.

Es sei noch erwähnt, daß Popoff auch die Temperaturwirkung unter dem oben angegebenen Gesichtspunkt betrachten will.

Angeschlossen sind ohne weitere Angaben einige Zahlen, die beachtenswerte Mehrerträge bei Feldversuchen mit stimulierten Samen verschiedener Kulturpflanzen zeigen.

M. Popoff und G. Paspaleff: Experimentelle Zellstudien VI. (I. Teil). Zur Physiologie des Enzystierungsprozesses bei Protozooen. Enzystierung und Stimulation. S. 39. Durch Stimulationsmittel wie die oben erwähnten konnten vor der Enzystierung stehende Euglenen wieder in den normalen Zustand versetzt werden, ferner ein vorzeitiges Ausschlüpfen aus der Cyste erzwungen werden.

M. Popoff und P. Petkoff: Studien zur Beschleunigung der Wundregeneration durch Anwendung von Stimulationsmitteln. II. Studie. Versuche zur Beschleunigung der Wundregeneration an Planaria gonocephala. S. 57. Die Versuche fielen positiv aus.

W. Gleisberg: Stimulationswirkung bei Samen. S. 75. Rübenknäuel (rote Eckendorfer) wurden 1. unbehandelt, 2. in Leitungswasser 3 Stunden, 3. in Stimulierungslösung (Magnesiumchlorid + Magnesiumsulfat 30‰), 3 Stunden: 4. ebenso 4 Stunden vorbehandelt und ausgesät. Ertrag von je drei Reihen, 1. 330 Pfund Kraut, 2186 Rüben; 2. 375+2319; 3. 395+2420; 4. 345+2007. Der Verf., zieht hieraus den Schluß, daß die 3stündige Behandlung ertragsteigernd gewirkt habe, was bei dem Fehlen jeglicher Parallelbestimmungen durchaus unstatthaft ist, zumal die Unterschiede nur sehr gering sind. Keimungsversuche wurden erst mit dem wieder getrockneten Material nach 1 Jahr angestellt und sollen eine deutliche Nachwirkung zeigen. Aus den Zahlen geht jedoch nur hervor, daß anscheinend die 3 Stunden stimulierten Samen eine ganz wenig schnellere Keimung zeigten als die mit Wasser behandelten; der Endwert der gekeimten Samen ist bald höher, bald niedriger. Ähnliches gilt für Gerste.

W. Gleisberg: Reifebeginn, Ertrag und Samenstimulation bei Tomaten. S. 87. Durch Stimulatien von Samen und Keimlingen der Tomate soll folgende Ertragsteigerung erzielt worden sein; wobei die höchste und geringste wiedergegeben sind: Schöne von Lothringen 9200 g (unbehandelt), 9450 (Keimling behandelt), 10275 (Samen behandelt). Fürst Borghese 5175, 9225 und 9500.

Der Versuch wurde jedoch mit nur je 4 Pflanzen für jede Behandlungsweise durchgeführt. Der Reifebeginn wurde nicht beeinflußt.

M. Popoff und W. Gleisberg: Stecklingsbewurzelung und Pfropfung nach Stimulation. S. 99. Die Versuche sind ebenfalls ohne Parallelen ausgeführt Zudem läßt sich aus den gemachten Angaben und den beigefügten Abbildungen nichts besonderes erkennen.

M. Popoff: Düngung, Düngemittel und Zellstimulation. S. 117. Popoff betrachtet hier die Düngemittel unter dem Gesichtspunkt der Zellstimulation, z. B. auch die Wirkung von Mangan als Reizdünger usw. Ferner glaubt er auch, daß die von manchen Völkern geübtem Verfahren des Eintauchens der Samen in verdünnte Jauche hierunter zu betrachten seien. Einige Versuche werden mitgeteilt, die aber nur die allgemeine Angabe: besser, kräftiger usw. bringen.

Überblickt man das Ergebnis der in diesem Heft mitgeteilten Tatsachen, insbesondere auch in Hinsicht auf eine praktische Verwertbarkeit, so ist das keineswegs groß. Wissenschaftlich steht, wie schon eingangs erwähnt, die Tatsache einer Beeinflußbarkeit der Entwicklung fest, wenn auch die Ursache vielleicht eine andere ist als Popoff annimmt, so mag auch bei gewisser Behandlung eine Beschleunigung der Keimung erzielt werden können. Ob die Ernte selbst dadurch erhöht werden kann, dafür sind hier jedenfalls keine überzeugenden Beweise beigebracht. Wie so viele Versuche auf diesem Gebiete sind auch diese methodisch gänzlich unzulänglich; auch hier wären völlig exakte Versuche unbedingt notwendig, um festzustellen, ob man praktisch mit dieser Zellstimulation etwas anfangen kann. Rippel.

Die Lehre vom Forstschutz von Prof. Dr. Emil Wimmer-Freiburg i. Br. zugleich die 8., neubearbeitete Auflage von Fürst-Kauschingers Lehre vom Waldschutz. Mit v. Fürsts Bildnis und 86 Textabbildungen. Berlin, Verlag Paul Parey. Gebunden, Preis Rm. 10.—.

Ausgeschieden sind die Abschnitte über Waldgrenzen, Servituten und Forstfrevel, welche ja auch zweckmäßiger in der Forsteinrichtung bezw. Forstgesetzgebung mit abzuhandeln sind. Trotzdem hat der Umfang des Buches sich etwa von 200 auf 300 Seiten vergrößert (die lateinische, etwas größere Druckschrift trägt ein wenig mit dazu bei), was jedoch seinen Gebrauchswert als ein kurzgefaßtes Lehrbuch nicht beeinträchtigt.

Der gesamte Inhalt ist — auch bezüglich der Nomenklatur der Forstinsekten — auf den neuesten Stand des Wissens gebracht, was durch Anführung der Literatur belegt wird, (v. Fürsts letzte Auflage ist von 1912); auch der Titel Waldschutz ist in den gebräuchlicheren und treffenderen Forstschutz umgewandelt. Die Abbildungen sind vermehrt und verbessert und statt auf Tafeln im Anhange — welche nur Insekten und einige Fraßfiguren enthielten — nunmehr im Text angebracht, was ihren Wert erhöht, wenngleich eine farbige Ausführung hierbei nicht möglich war.

Atmosphärische Einflüsse, Pilze, Pflanzen sind jetzt gleichfalls vielfach im Bild dargestellt.

Die Einteilung des Stoffes ist i. a. beibehalten, jedoch sind die Bezeichnungen der Hauptabschnitte, Schäden durch die anorganische und die

organische Natur durch die präziseren: Klimatische Einflüsse, Schäden durch ungünstige Bodenzustände (edaphische Faktoren) und Einflüsse durch Lebewesen (biotische Faktoren) ersetzt, wobei zugleich die edaphischen Faktoren entsprechend ihrer heute erkannten sehr großen Bedeutung eine stärkere Betonung erhalten haben. Auch verdient es Erwähnung, daß an die Stelle der gleichgeordneten Paragraphen eine Einteilung getreten ist, die überall in wissenschaftlicher Weise einer Über-, bezw. Unterordnung des Stoffes gerecht wird.

Im einzelnen mag folgendes bemerkt werden:

So sehr der Verfasser die Coordination von Waldbau und Forstschutz in der Einleitung des Werkes hervorhebt — oder gerade weil er dies tut —, so sehr läßt er auch überall die engen Zusammenhänge zwischen diesen beiden Lehren hervortreten und zeigt die Möglichkeiten auf, durch waldbauliche Maßnahmen (Bestandes-Begründung, -Behandlung und Hiebsfolge) dem Eintreten von Schäden vorzubeugen. Auch ausländische Erfahrungen, die uns z. B. gerade auf klimatischem Gebiete so viel zu sagen haben (Schweden, Finnland) kommen zu Worte, und allgemein erhält die Meteorologie mehr und mehr die so erwünschte speziellere Berücksichtigung. Der Schutz der Forsten gegen Feuer ist dem gegen Blitzschäden angegliedert; da er ja besondere technische Gegenmaßnahmen erheischt, konnte dieser Abschnitt an die Forstgesetzgebung nicht mit überwiesen werden, sondern mußte in dem Werke über den Forstschutz verbleiben. Ebenso sind die sogenannten Rauchbeschädigungen mit Recht den sonstigen atmosphärischen Schäden eingefügt worden.

Der kurze Sammelabschnitt Krankheiten der Holzgewächse ist nach ihren Ursachen zerlegt und sein Inhalt bei den einzelnen übrigen Kapiteln eingehend abgehandelt worden.

Die Forstunkräuter waren bei Fürst zu kurz gefaßt und im besonderen die Pilze mehr nur vom Standpunkt des Praktikers behandelt. Diesem Mangel ist durch Wimmer abgeholfen, alle diese Feinde sind wissenschaftlich systematisch gegliedert, näher beschrieben, stark ergänzt, durch mehrere Abbildungen erläutert und ihrer großen Bedeutung gemäß betrachtet.

Im Abschnitt Schutz gegen Tiere ist auf die Ausarbeitung der Bekämpfungsmethode besonderes Gewicht gelegt, die mechanische, die chemische und die biologische Bekämpfung ist jeweils ausführlich geschildert und der ganze Abschnitt an Umfang fast verdoppelt. Gerade auch die kleineren, weniger ins Auge fallenden Insekten sind, soweit sie wirklich forstlich-wichtig sind (z. B. die Rindenläuse) eingehend behandelt.

Alles in allem: Das Handbuch des Forstschutz hat eine so große Bereicherung nach neuzeitlichen Forschungsergebnissen erfahren, daß es sich sicherlich den gleichen Ehrenplatz bald erringen wird, den der alte Kauschinger-Fürst früher stets in unsern Augen gehabt hat.

Der Verlag hat dem Buch in jeder Hinsicht eine erhöhte gute Ausstattung gegeben. Oberförster Nachtigall, Herzberg a. H.

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Von Baur. 3. bis 5. Auflage. Berlin W. 35, Gebrüder Borntraeger 1924.

Das kleine Buch hat sich sehr rasch eine große Zahl von Freunden erworben, so daß die Neuauflage sehr zu begrüßen ist. Es hat sich in der bis-

herigen Form so gut bewährt, daß es wesentlich im altem Gewande wiedererscheinen konnte und nur einige Ergänzungen dort vorgenommen sind, wo die neuesten Fortschritte der Wissenschaft es erforderten. Der klare, knappe Stil, und die leicht faßliche Darstellungsweise auch schwierigerer Fragen sind es vor allem, die dem Buch seine Verbreitung gesichert haben. Es ist deshalb wie kein anderes Buch geeignet, sowohl den Studenten rasch und sicher in das Gebiet der Pflanzenzüchtung einzuführen, wie auch dem praktischen Landwirt die noch recht oft mangelnden Kenntnisse auf diesem Gebiet zu vermitteln. Beide haben das Buch so rasch und gern aufgenommen, daß es ihnen nicht noch besonders empfohlen zu werden braucht. Wünschen möcht man aber, daß das Buch auch in Kreisen der Forstleute und Gärtner, an die es sich in gleicher Weise wendet, noch mehr Beachtung und Verbreitung finden möchte. Auf beiden Gebieten kann es noch außerordentlichen Nutzen stiften.

Tornau.

Zum Problem der Agrarzölle in Deutschland von Dr. Kurt Ritter, Privatdozent an der landw. Hochschule Berlin. Tübingen, Verlag von J. C. B. Mohr, 1924. 54 S. Preis Rm. 1.—.

Diese in der Sammlung „Recht und Staat in Geschichte und Gegenwart" erschienene Broschüre sollte in den weitesten Kreisen verbreitet sein. In überaus klarer jedem Laien verständlicher Weise behandelt sie von höherem streng objektivem Gesichtspunkt aus die im Titel aufgeworfene Frage. Ritter kommt dabei zu dem Schluß, daß unter unseren jetzigen deutschen Verhältnissen Agrarzölle eine Notwendigkeit sind und lehnt in unwiderleglicher Weise die gegen solche erhobenen Einwände ab. Jeder Leser, der nicht durch eine Parteibrille sieht, sondern mit klaren Augen in das Leben schaut, und die Gründe wägt, die für und wider agrarische Zollschranken sprechen, wird mit Ritter zu dem Schlusse kommen, daß zur Zeit Agrarzölle eine unbedingte Lebensnotwendigkeit für Deutschland sind. Ich empfehle die Broschüre auf das wärmste.

v. Seelhorst.

Stickstoffindustrie von Dr. Ing. Bruno Waeser, Berlin. Band V der Fortschritte der chemischen Technologie in Einzeldarstellungen herausgegeben von Prof. Dr. B. Rassow, Leipzig. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1924. Ladenpreis geheftet Rm. 4.—.

Eine Stickstoffindustrie im eigentlichen Sinne gab es bekanntlich bis zum Jahre 1913/14 noch nicht, sie ist erst ein Kind der letzten Jahre. Der Verf. entwirft ein Bild von ihrer wirtschaftlichen Entwicklung in den verschiedensten Ländern seit 1914 und führt die technischen Fortschritte der Synthese des Ammoniaks, der Darstellung der Salpetersäure, der Vergasung der Steinkohle vor Augen und bespricht zum Schluß die Salze des Ammoniaks und der Stickstoffsäuren einschließlich der natürlich vorkommenden Nitrate. Seine Ausführungen bieten einen recht eingehenden Einblick in die Gesamttechnik der Gewinnungsverfahren zur Nutzbarmachung des Luftstickstoffs. Besondere Rücksicht ist auf die umfangreiche Patentliteratur genommen worden, und es steht die Besprechung der rein technischen Maßnahmen im Vordergrund. Wer aus irgend einem Grunde der näheren Einsicht auf dem Gebiete der Technik der

Stickstoffindustrie bedarf, wird das Buch mit Erfolg als Ratgeber benutzen können und es mit Befriedigung aus der Hand legen. E. Blanck.

Die Methoden zur Untersuchung der Bodenkolloide und ihrer Eigenschaften von Dr. Georg Hager in Emil Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Berlin und Wien, Urban und Schwarzenberg, 1924.

Gewissermaßen als Einführung zum Verständnis des zweiten Teils bespricht Hager im ersten Teil die im Boden vorhandenen kolloiden Bestandteile und daran anschließend ihre Eigenschaften und ihre Betätigung. Es geschieht dies in knapper, aber sehr deutlicher und leicht verständlicher Form, indem der Autor das Wesentliche von dem Unwesentlichen nicht nur scharf zu trennen weiß, sondern es auch mit Recht verstanden hat, den unnötigen Ballast einer allzu tiefgehenden theoretischen Begründung zu vermeiden.

Im zweiten Teil werden nacheinander behandelt, erstens die Methoden zur Bestimmung der dispersen Anteile im Boden vermittels der Schlämmanalyse nach Atterberg, Wiegner und Sven Odén, zweitens die Bestimmung der Bodenoberfläche als Maß des Verteilungsgrades auf Grund der Hygroskopizitätsbestimmung nach Rodewald-Mitscherlich und drittens die Vermittelung der Bodenkolloide mit Hilfe der Färbemethoden. Nun folgt eine Übersicht der speziellen Gewinnungs- und Bestimmungs-Methoden der im kolloiden Zustand vorhandenen Bodenbestandteile, und zwar werden zunächst die allgemeinen Arbeitsmethoden, wie das Filtrieren, Ultrafiltrieren, Dialysieren und Zentrifugieren besprochen. Daran schließt sich die Bestimmung der Teilchengrößen (Mikronen) einzeiner Fraktionen mit Hilfe der Stöckerschen Formel und des Mikroskopes, sodann die Feststellung der Teilchenzahl in Suspensionen oder festen Substanzen, an. Die elektrische Leitfähigkeit, Wasserstoffionenkonzentration und die elektrische Ladung der kolloiden Teilchen erfahren in gleicher Weise ihre Behandlung und es werden die Methoden der Bestimmung des Humus, der Humifizierung wie Humusreinigung sowie der Gewinnung von freiem Eisenoxyd, Tonerde und amorpher Kieselsäure gebührend berücksichtigt. Die Methoden zum Studium der Eigenschaften der Bodenkolloide, nämlich Koagulation und Peptination, Durchlässigkeit, Wasserfassung und kapillares Aufsteigevermögen, Cohärenz, Adsorption, Quellung und Struktur der Bodenkolloide vermittels des Druckkonzentrationsdiagramms bilden den Schluß.

Die kritische Zusammenstellung und Durcharbeitung der bisher vorliegenden Untersuchungsmethoden durch den Verfssser geben ein durchaus zutreffendes Bild von dem heutigen Stande unserer experimentellen kolloidchemischen Untersuchungstechnik, sie zeigen uns aber auch recht deutlich, wie viel trotz so zahlreicher Bemühungen auf diesem Gebiet, noch zu tun übrig bleibt, um die für das Wesen des Bodens so durchaus wichtigen kolloidchemischen Verhältnisse zum Nutzen für Forschung und Praxis zu ergründen.

Für den wissenschaftlich arbeitenden Agrikulturchemiker, dann aber auch für den sich mit der Kenntnis des Bodens beschäftigenden Landwirt bietet das Studium des 120 Seiten umfassenden Beitrages der bekannten Abderhaldenschen biologischen Arbeitsmethoden sowohl eingehende Anregung als auch vertiefende Einsicht auf diesem Gebiete neuzeitlicher Bodenforschung.

E. Blanck.

Berichte über Landwirtschaft. Herausgegeben vom Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Neue Folge, Band II, Heft 1. Berlin, Verlag von Paul Parey, Hedemannstraße 10 u. 11. Abonnementspreis Rm. 5.—. Einzelpreis Rm. 6.—.

Da es für die deutsche Landwirtschaftswissenschaft und Praxis heute schwer ist, zuverlässige Nachrichten über wichtige Vorgänge in der ausländischen Landwirtschaft zu erhalten, sollen die Berichte besonders die Kenntnis der landwirtschaftlichen Verhältnisse des Auslandes verbreiten und damit den deutschen Landwirten und ihren Organisationen Gelegenheit zur Orientierung über die Außenverhältnisse geben. Sie werden aber auch wissenschaftliche und andere wichtige Fragen der heimischen deutschen Landwirtschaft behandeln, soweit sie allgemeine Bedeutung besitzen. Das neu erschienene Heft enthält u. a. folgende Aufsätze und Mitteilungen: Landwirtschaftliche und soziale Bedeutung der Zeitpacht in der deutschen Landwirtschaft. Von Prof. Dr. Sering. — Die Veränderung des Wertes landw. Betriebe. Von Dr. Rothkegel. — Die Grundlagen des transozeanischen Exports von Fleisch und Molkereierzeugnissen in Gegenwart und Zukunft. Von Privatdozent Dr. Kurt Ritter, Berlin. — Die Landwirtschaft und die Agrarreform in Ungarn. Von Prof. Dr. Hollmann. — Welterzeugung und -Verbrauch an Kunstdüngern. Von Dr. O. Nolte. Berlin. — Versuche zu einer internationalen Milchwirtschaftsstatistik. Von Dr. Heerde. — Neuorganisation des Landw. Versuchswesens in Finnland. Von Prof. Dr. Karl Metzger, Helsingfors. — Landw. Betriebsverhältnisse in Ungarn. Von Prof. Dr. Karoly. — Zur Agrarfrage in Japan. — Literatur.

Anleitung für Versuchsringe. Sechs Vorträge auf dem Lehrgang für Versuchstechnik. Nr. 26 der „Anleitungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft für den praktischen Landwirt". Paul Parey, Berlin S. W. 11, Hedemannstr. 10 u. 11. Kartoniert, Preis Rm. 2.60.

Dieses Heft der Sammlung, das dem mächtig aufblühenden Versuchsringwesen dienen soll, stellt sich der Roemerschen Arbeit „Feldversuch" (Heft 302 der „Arbeiten der D. L.-G.") als ergänzender Führer für die Praxis an die Seite. Die sechs Vorträge von Kramer, Mitscherlich, Opitz, Remy, Roemer und Scharnagel behandeln in ebenso klarer wie erschöpfender Weise die Bedingungen und Zwecke der Versuchsringe, die Technik des Sorten- und Düngungsversuchs, die Verrechnung der Versuchsergebnisse und die praktischen Erfahrungen im Versuchsring.

Ratgeber zur Sortenwahl. Von K. Babowitz, Berlin. Heft 327 der „Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft". Paul Parey, Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11. Preis Rm. 5.—.

Dieser Ratgeber ist der neueste Bericht über Vorprüfungsversuche mit Sommersaaten der D. L.-G. Im ganzen konnten 14 Sommerweizensorten, 16 Hafersorten für schweren Boden, 11 Hafersorten für leichten Boden, 9 Feldbohnensorten, 8 Erbsensorten und 10 Futterrübensorten der verschiedensten Zuchtrichtungen und Eigenschaften zur Besprechung und Beurteilung gelangen. Drei Versuchsjahre (1920—22) konnten zusammenfassend behandelt werden.

Die Einzelberichte des Versuchsjahres 1921 sind der Zusammenfassung vorangestellt. Die Einzelberichte der vorhergehenden Jahre sind in Heft 322 und 312 der „Arbeiten der D. L.-G." wiedergegeben. Während die Zusammenfassung den Gesamtcharakter der geprüften Sorten mit Angabe über Kornertrag, Strohertrag, Tausendkorngewicht, Reifezeit und Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten behandelt, geben die Einzelberichte Aufschluß über den Wert der Sorten in den verschiedenen Anbaugebieten. Jeder Landwirt findet daher in diesem Bericht das für ihn Zutreffende. Das Studium dieses Berichtes ist daher für jeden, der im kommenden Frühjahr einen Sortenwechsel vornehmen oder neuere Züchtungen in seiner Wirtschaft auf ihre Geeignetheit prüfen will, ungemein wichtig und kann nicht dringend genug empfohlen werden.

Der Feldversuch. Zweite, vermehrte Auflage. Mit einer Karte der Klimabezirke und Versuchswirtschaften. Von Prof. Dr. Roemer, Halle a. S. Heft 302 der „Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft". Paul Parey, Berlin SW. 11, Hedemannstr. 10 u. 11. Preis Rm. 5.40.

Die Neuauflage, die viel Neues und manches Originelle enthält, ist für die Durchführung von Feldversuchen ein unentbehrlicher Wegweiser. Im ersten, neu hinzugekommenen Abschnitt „Organisation des Feldversuches" bilden die Ausführungen über Versuchsringe und ihre Stellung zu den anderen landwirtschaftlichen Organisationen eine erwünschte Bereicherung. Das im zweiten Abschnitt enthaltene Material zur Technik des Feldversuches wurde in weitgehendem Maße ergänzt, so auch durch Kapitel über Einwirkung von Fehlstellen, Rand- und Nachbarpflanzen auf den Versuchsfehler. Auch der dritte, neue Abschnitt, der Maßnahmen zur Ausschaltung natürlicher Ungleichmäßigkeiten enthält, erscheint besonders für die Vertreter der Wissenschaft von bedeutendem Wert. Hierzu kommt im vierten Abschnitt die praktische Anleitung zur Durchführung des Feldversuches, und in dem Kapitel über die „Verrechnung der Ergebnisse" wertvolle Hilfsmittel und Fingerzeige zur Auswertung von Düngungs- wie auch von Sortenversuchen.

Anzeiger für Schädlingskunde, zugleich Nachrichtenblatt der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie. Für Entomologen, Landwirte, Forstwirte, Gärtnerei- und Mühlenbetriebe. Herausgegeben von Prof. Dr. K. Escherich und Prof. Dr. Fr. Stellwaag. Berlin, Verlag von Paul Parey. I. Jahrgang 1925, Heft 1. Bezugspreis vierteljährlich Rm. 1.75.

Diese Monatsschrift ist eine mehr auf die Praxis gerichtete Ergänzung der vor 10 Jahren ins Leben gerufenen, bewährten „Zeitschrift für angewandte Entomologie" obengenannter Gesellschaft. Während letztere in 1. größeren Abhandlungen, die den Hauptteil einnehmen, 2. „Kleinen Mitteilungen", 3. Personal-Nachrichten, 4. Referaten den angewandt-entomologischen Stoff in mehr akademischer Weise nach Theorie und Praxis behandelt, werden in vorliegender Monatsschrift an Stelle der genannten Teile 1 und 2 kleinere mehr auf die Praxis gerichtete Aufsätze (mit Illustrationen) gebracht, denen „Nachrichten aus der Gesellschaft für angewandte Entomologie" und Anzeigen aus der einschlägigen Geschäftswelt folgen. Auf solche Weise sollen besonders vorläufige Forschungsergebnisse, Mitteilungen aus der chemischen

Industrie und aus der Praxis, sowie innigere Beziehungen der Mitglieder der Gesellschaft zur Auswirkung kommen, eine Vermittlung zwischen Wissenschaft und Praxis. In ähnlicher Weise verhält sich das „Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutzdienst" der Biologischen Reichsanstalt zu deren Hauptorgan, indem es über den entomologischen Rahmen hinaus sämtliche tierische und pflanzliche Schädlinge umfaßt. Fr. Voss.

Grundsätze und Ziele neuzeitlicher Landwirtschaft. Von Dr. Th. Wölfer, Direktor der Höheren Lehranstalt für praktische Landwirte in Schleswig. Neunte, neubearbeitete Auflage. Drei Bände, Großoktav-Format, 1184 Seiten, in Ganzleinen gebunden, Preis Rm. 20.—, (Paketporto). Daraus einzeln: Band I: Das Feld. Mit 61 Textabbildungen (448 Seiten), in Ganzleinen gebunden, Preis Rm. 8.—. — Band II: Der Hof. Mit 7 Textabbildungen (300 Seiten), in Ganzleinen gebunden, Preis Rm. 5.50. — Band III: Der Betrieb. Mit 13 Textabbildungen (436 Seiten), in Ganzleinen gebunden, Preis Rm. 6.50. Berlin SW. 11, Verlag von Paul Parey.

Ein Werk, das in verhältnismäßig kurzer Zeit 9 Auflagen erlebt hat, bedarf keiner Empfehlung. Deshalb beschränke ich mich darauf, auf die aus der Ankündigung ersichtliche jetzige 3 Teilung des Werkes hinzuweisen. Diesem Hinweis füge ich eine kurze Inhaltsangabe hinzu.

Band I behandelt in 14 Abschnitten den Boden, das Pflanzenleben, die Wachstumsbedingungen auf dem Felde, die Düngung, die Bodenbearbeitung, Bestellung, Saat, Pflanze und Ernte, die Sortenfrage inkl. Züchtung, den Zwischenfruchtbau und die Gründüngung, den Feldfutterbau, die Anlage von Koppeln, Wiesenpflege, Futterwerbung und Moorkultur, Obst- und Feldgemüsebau, die Schädlinge der Kulturpflanzen, den Kampf gegen das Unkraut und die Schädigungen der Pflanzen durch Hagel, Wind, Frost, Dürre und Wasser. Mit sehr ausführlichen Sortentabellen und einem Sachregister schließt der erste Band.

Der zweite Band enthält 2 Hauptabteilungen. Der erste Teil behandelt die Tierzucht in den einzelnen Abschnitten; Rinderzucht, Pferdezucht, Schafzucht, Geflügel-, Fisch- und Bienenzucht und schließlich die Krankheiten und Schädlinge der Haustiere. Der zweite Teil beschäftigt sich zuerst mit den Gebäuden, dann mit den Maschinen und Geräten.

Der dritte Band behandelt die Betriebslehre in 3 Abschnitten. Im ersten werden die Grundlagen für die Betriebseinrichtung: Boden, Klima, Wiesenverhältnis, Lage, Umfang des Betriebs, die Arbeiter-Verhältnisse, die Persönlichkeit des Betriebsleiters und sein Kapital sowie die Preise besprochen. Der zweite Abschnitt behandelt die Einrichtung des Betriebs, die bei dieser zu befolgenden Grundsätze und Überlegungen. Er enthält ferner Beispiele der Wirtschaftseinrichtung im Klein-, Mittel-, und Großbetrieb. Der dritte beschäftigt sich zuerst mit der laufenden Betriebsführung und dem Rechnungswesen, bringt dann Ausführungen über Tarife und Schutzzoll sowie über Kredit-, Genossenschafts- und Versicherungswesen und schließt mit Ausführungen über Kauf und Pacht. Ein sehr beherzigenswertes Schlußwort, in dem der Verfasser auf die Pflicht des Landwirts dem Staat und dem eigenem Volkstum gegenüber spricht, dem ein Sachregister angehängt ist, beschließen das Buch.

Auf Einzelheiten einzugehen, verbietet die Fülle des Stoffs. Es sei deshalb nur noch hervorgehoben, daß die neuesten Forschungsergebnisse und praktischen Erfahrungen von dem Verfasser auch in dieser Auflage sorgfältig benutzt und verarbeitet sind. So ist mit Sicherheit anzunehmen, daß sie zu den alten Freunden zahlreiche neue sich erwerben wird. v. Seelhorst.

Handbuch des gesamten Gemüsebaues einschließlich des Gemüsesamenbaues, der Gewürz-, Arznei- und Küchenkräuter. Auf praktisch-wissenschaftlicher Grundlage unter besonderer Berücksichtigung exakter Pflanzenzüchtung von J. Becker-Dillingen, Saatzuchtleiter von A. Kirsche-Pfiffelbach G. m. b. H. Leipzig. Mit 263 Textabbildungen. Berlin, Paul Parey 1924. Lexikonformat. 1084 Seiten. In Ganzleinen gebunden Preis Rm. 28.—.

Der Inhalt des Buches gliedert sich in 2 Abteilungen. In der ersten kürzeren (S. 3—198) werden die allgemeinen Grundlagen des Gemüse- und Gemüsesamenbaues und zwar die örtlichen und klimatischen und die technischen Voraussetzungen hierfür, dann die Technik des Gemüsebaus — Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Düngung — das Saatgut und seine Gewinnung, die Vornahme von Saat und Pflanzung, die Ernte und Aufbewahrung der Gemüse und der Gemüsesamen, und der Absatz, die Verpackung und der Versand des Gemüses besprochen. Die zweite Abteilung enthält den speziellen Gemüse und Gemüsesamenbau, mit Einbeziehung der Pilze. Bei den für die Ernährung wichtigsten Gemüsearten werden einzeln behandelt: Die fremdsprachigen Bezeichnungen; Geschichte und Herkunft, Botanische Kennzeichen, Sortenübersichten, chemische Zusammensetzung, Wachstumsbedingungen, Stellung in der Fruchtfolge, Düngung, Saat und Pflanzung, Pflege während des Wachstums, Ernte, Aufbewahrung und Verwertung, Samenbau und Züchtung, Krankheiten und Schädlinge und deren Bekämpfung.

Von besonderem Interesse sind die pflanzenzüchterischen Abschnitte des Buches, die wie der Verfasser im Vorwort sagt, den Kern des ganzen Werkes ausmachen. Ich möchte aber die anderen Seiten des Werks diesen Abschnitten nicht hintanstellen, meine vielmehr, daß diese für den größeren Teil der Leser wichtiger sind.

Das mit bewundernswertem Fleiß unter Benutzung einer sehr umfangreichen Literatur geschriebene Werk, wird wie der Verfasser hofft, „dem deutschen Gartenbau und damit der deutschen Nation zu Nutz und Frommen sein". Dafür bürgt sein gediegener Inhalt. v. Seelhorst.

Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Erster Band. Die nichtparasitären Krankheiten. Fünfte Auflage. Neubearbeitet von Dr. Paul Graebner, Kustos und Professor am botanischen Garten, Dozent a. d. Universität und der höh. Gärtnerlehranstalt in Berlin. Mit 271 Textabbildungen. Berlin, Paul Parey 1924. Lexikon-Oktavformat, 997 S. In Ganzleinen gebunden Preis Rm. 36.—.

Herr Prof. Graebner, der bereits die vierte Auflage des allbekannten von Sorauer begründeten und in 3 Auflagen herausgegebenen Handbuchs bearbeitet hatte, kann mit Befriedigung auf seine bisherige Arbeit zurückblicken, denn sie hat einen solchen Anklang gefunden, daß sehr bald eine neue Auflage

notwendig geworden ist. Jeder, der sich mit den Ursachen der nicht parasitären Pflanzenkrankheiten und somit auch mit den Maßnahmen zur Vorbeuge und Bekämpfung dieser Krankheiten bekannt machen will, findet in dem sehr übersichtlich angelegten und die nicht parasitären Krankheiten der Pflanzen erschöpfend behandelnden Buch eine klare Antwort.

Das Buch ist in 2 Hauptteile: einen kurzen allgemeinen Teil (89 Seiten) und in einen speziellen Teil (879 Seiten) gegliedert. Ein ausführliches Sachregister beschließt das Buch. Der allgemeine Teil enthält eine kurze geschichtliche Einleitung und behandelt dann das Wesen der Krankheit im Allgemeinen und ferner die Wachstumsänderungen durch verschiedene geographische Lage des Standorts.

Im speziellen Teil werden der Reihe nach behandelt: Krankheiten durch ungünstige Bodenverhältnisse, Luftarmut, Wasser- und Nahrungsmangel, Wasser und Nährstoffüberschuß. Es folgen Abteilungen über Luftfeuchtigkeit und Luftbewegungen, Wärme und Licht in ihren Extremen, über Wunden und über Gase und Flüssigkeiten, in dem auch die Wirkungen der gebräuchlichen Anstreich- und Spritzmittel sowie von Anaesthetika und Beizmittel besprochen werden. Besonders hervorzuheben ist der Abschnitt über die enzymatischen Krankheiten, die wie der Verfasser in dem Vorwort sagt, „sicherlich in der Zukunft eine erheblich wichtigere Rolle spielen werden als man heute ahnen kann". Die Einführung in diesen Abschnitt „Allgemeines" legt in kurzen klaren Worten die Bedeutung dieses Kapitels dar. Ein Nachtrag, der die in den Jahren 1922 bis Anfang 1924 erschienenen Arbeiten enthält, schließt das überaus wertvolle Buch. v. Seelhorst.

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung, ein Lehrbuch für Landwirte, Gärtner und Forstleute von Dr. phil. et med., Dr. agr. h. c. Erwin Baur, ord. Professor der Vererbungslehre an der landw. Hochschule zu Berlin. Dritte bis fünfte Auflage mit 6 Tafeln und 11 Abbildungen im Text. Berlin, Gebr. Borntraeger 1924. VIII u. 108 S. Preis geb. Rm. 4.50.

Das kleine Buch sollte in der Hand aller Landwirte, Gärtner und Forstwirte, welche ein Interesse an der Pflanzenzüchtung nehmen, sich befinden. Es ist ganz auf die Bedürfnisse der Praxis zugeschnitten und bringt in überaus klarer Darstellung, was die genannten Berufe auf dem Gebiet der Pflanzenzüchtung unbedingt wissen müssen. v. Seelhorst.

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenernährung von Dr. phil. Otto Heuser, Versuchs- und Saatzuchtleiter in Markee, Privatdozent a. d. landw. Hochschule Berlin. Mit 4 Abbildungen. Berlin, Gebr. Bornträger 1924. 135 Seiten.

Das Buch enthält wie, der Titel sagt, die wissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenernährung in zwar knapper aber dabei doch klarer und ansprechender Form. Es bespricht in 6 Abschnitten: 1. die Nährstoffe; 2. den Aufbau der pflanzlichen Substanz; 3. den Boden in Beziehung zur Pflanzenernährung; 4. die Ansprüche der einzelnen Kulturpflanzen an ihre Ernährung; 5. die Bodenbearbeitung und Düngung; 6. die Gesetzmäßigkeiten in der Pflanzenernährung. Ein kurzer Abschnitt über die Versuchsanstellung beschließt das Buch. Der Verfasser hat die Aufgabe, die er sich gesetzt hat, dem „Studieren-

den, der sich beim Eintritt in das besondere Studium der Pflanzenernährung in großen Zügen über dies Wissensgebiet orientieren will" sowie „dem praktischen Landwirt, der sich die wissenschaftlichen Ergebnisse auf diesem Gebiete zu nutze machen will", eine knrze Übersich über den Gegenstand zu geben, vortrefflich gelöst. Ich habe mit besonderem Vergnügen den 5. und 6. Abschnitt, in denen die mannigfachen Wechselbeziehung zwischen Boden, Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenwachstum klar gelegt sind und den Schluß über die Versuchsanstellung gelesen. Ich kann das kleine Buch bestens empfehlen.

v. Seelhorst.

Vereeniging tot Exploitatie eener Proefzuivelboerderij te Hoorn. Verlag over het Jaar 1923. XVI und 120 Seiten. Nieuwe Handelsdruckkerij A. Houdijk. — Horn 1924.

Das Heft bringt den Kassenbericht der Vereinigung für das Jahr 1923 und eine Reihe von Aufsätzen über Milch und Fütterung von Milchvieh und von Schweinen. v. Seelhorst.

Den lokala Gödslingsförsöks-Verksamheten. År 1983. Årsberättelse av Hj von Feilitzen. With an english summary. Stockholm 1924. O. L. Svanbäcks Boktryckeri 470 Seiten.

Das Werk enthält den ausführlichen Bericht über die im Jahr 1923 in Schweden ausgeführten Düngungsversuche. Diese Versuche wurden auf Ton und Lehm, auf Sand, und auf Humus und Torfboden gemacht, die zum größten Teil auf ihre Reaktion geprüft wurden. Bei jedem mit den verschiedensten Früchten angestellten Versuch wurden die Vorernte, die Vordüngung und die Düngung des Versuchsjahres angegeben, sowie die Saat- und Erntezeit. Eine Reihe von Diagrammen stellen die Durchschnittsresultate der Versuche dar. Eins dieser zeigt, wie oft und zu welchen Früchten auf den verschiedenen Bodenarten die Zudüngung einen Gewinn gebracht hat. Aber wichtiger als dies ist die genaue Beschreibung der sicheren und ziemlich sicheren Versuche und ihrer Resultate, denn diese erklären erst die Angaben der Durchschnittsresultate. Die Anordnung des Berichts ist mustergültig. v. Seelhorst.

Jahresbericht für Agrikulturchemie. Vierte Folge, V, 1922. Herausgegeben von Prof. Dr. F. Mach, Direktor der staatlichen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg i. B. Berlin, Paul Parey, 1925, XXVII und 522 Seiten. Preis Rm. 32.—.

Das für jeden wissenschaftlich Arbeitenden unentbehrliche Werk zeigt in der Anordnung keine Veränderungen. Wohl aber sind einige der bisherigen Mitarbeiter ausgetreten, andere hinzugekommen. In dem I. Hauptabschnitt Pflanzenproduktion finden wir an Stelle der bisherigen Mitarbeiter O. Nolte, C. Schätzlein und L. v. Wissel die Namen Dr. R. Herrmann, Dr. W. Lepper und Dr. F. Sindlinger. alle 3 aus Augustenburg, neben den alten Mitarbeitern Bleuel und Bredemann. Der II. Hauptabschnitt Tierproduktion ist wie bisher von den Herren M. Kling, F. W. Krzywanek, P. Lederle und F. Mach bearbeitet. In dem III. Abschnitt Landwirtschaftliche Nebengewerbe, Gärungserscheinungen sind zu den bisherigen Bearbeitern A. Gehring, O. Krug,

P. Lederle und Ch. Schätzlein die Herren R. Herrmann und W. Lepper hinzugetreten. Der IV. Abschnitt hat als Referenten dieselben Namen wie der Jahrgang 1921, nur sind die Herren Nolte und Schätzlein durch die Herren W. Lepper und F. Sindlinger ersetzt. Einer besonderen Empfehlung bedarf das bewährte, wie erwähnt für jeden wissenschaftlich Arbeitenden unentbehrliche Werk nicht. v. Seelhorst.

Die Technik in der Landwirtschaft.

Die Intensivierung landwirtschaftlicher Betriebe macht in steigendem Maße die Anwenduug technischer Hilfsmittel erforderlich. Aber nicht die Menge der technischen Einrichtungen an sich ist bestimmend für den Erfolg der Wirtschaft, sondern ihre richtige und passende Wahl, ihre zweckmäßigste Anwendung und ihre sachgemäße Pflege und Behandlung. Millionen von Goldmark gehen jährlich der Landwirtschaft und damit unserer Volkswirtschaft verloren, weil die teuren technischen Einrichtungen falsch gewählt, unsachgemäß angewendet und schlecht behandelt werden..

Die schwierige wirtschaftliche Lage vieler Güter ist auf den Mangel an passenden arbeitssparenden und arbeitsverbessernden technischen Einrichtungen zurückzuführen.

In Erkenntnis dieser Tatsachen hat sich nach Kriegsende der Verein deutscher Ingenieure entschlossen, eine landwirtschaftlich-technische Zeitschrift „Die Technik in der Landwirtschaft“ herauszugeben, die eine Brücke zwischen Industrie und Landwirtschaft schlagen soll, die den Landwirt in die großen Fragen der Zusammenhänge zwischen Technik und Landwirtschaft einführen und die endlich auch auf Grund objektiv praktischer und wissenschaftlicher Erfahrung dem Landwirt das geistige Rüstzeug liefern soll, das ihn befähigt, die für ihn zweckmäßigste Maschine zu bestimmen, ihre wirtschaftliche Anwendung durchzuführen und ihren Wert sachgemäß zu beurteilen.

Die Zeitschrift wird herausgegeben vom Verlag des Vereines deutscher Ingenieure Berlin, Beuthstr. 7.

Untersuchungen über die Bewurzelung der Industriekartoffel.

Von

Dr. HERMANN BÖHME.

(Mit einer Abbildung.)

1. Versuchsanordnung.

Auf keinem Gebiete des landwirtschaftlichen Pflanzenbaues finden wir so wenige Arbeiten wie auf dem der Wurzelforschung, und doch ist die Bekanntschaft mit der Bewurzelung der Gewächse die Grundlage des Feldbaus; alle Arbeiten, die der Landwirt auf seinem Boden verrichtet, müssen genau der Natur und Beschaffenheit der Wurzeln der Gewächse angepasst sein, die er anbauen will. Für bestmögliche Bewurzelung vermag er allein Sorge zu tragen; auf die weitere Entwicklung der oberirdischen Teile der Pflanze hat er keinen Einfluß mehr, und er ist darum nur des Erfolges seiner Bemühungen versichert, wenn er den Boden zweckentsprechend für die Entwicklung und Tätigkeit der Wurzeln zubereitet hat. „Die Wurzel ist nicht bloß das Organ, wodurch die wachsende Pflanze die zu ihrem Aufbau notwendigen unverbrennlichen Elemente aufnimmt, sondern sie ist in einer anderen nicht minder wichtigen Funktion dem Schwungrad an einer Maschine gleich, das die Arbeit derselben regelt und gleichförmig macht. In ihr speichert sich das Material an, um den Bedürfnissen der Pflanze je nach den äußeren Anforderungen der Wärme und des Lichtes, das zum Abschluß der Lebensakte nötige Material zu liefern“.[1]) „Die Bewurzelung unserer Kulturpflanzen ist noch lange nicht genügend studiert; die Wurzelkulturen bieten eine interessante und ohne Zweifel dankenswerte Aufgabe; die prak-

[1]) v. Liebig, 66, S. 199.

tische Landwirtschaft wird dabei mehr gewinnen, als sie von mancher chemischen Analyse profitiert. Bei der Bestimmung der Fruchtfolgen werden die Landwirte mit der Zeit nicht allein Sand- und Lehmboden, Karbonat- nnd Silikatboden, nicht allein Kali-, Kiesel- oder Kalkpflanzen unterscheiden; sie werden auch die Bewurzelung der Pflanzen studiert haben müssen."[1])

Voraussetzung zur Bearbeitung und Düngung des Bodens muß das Studium des jeder Kulturpflanze spezifischen Habitus und der Tiefenentwicklung der Wurzeln bilden, „wenn der gesamte Pflanzenorganismus zur höchstmöglichen Ausbildung gesteigert werden soll".[2]) „Nach den neueren physiologischen Forschungen müssen die Glieder eines Pflanzenkörpers als miteinander in gewissen Wechselbeziehungen oder Korrelationen stehend angesehen werden, so daß diese Beziehungen für den Grad, zum Teil auch für die Art der Entwicklung, die Richtung des Wachstums, die physiologischen Eigenschaften der Glieder von großer Bedeutung sind. Somit ist es also auch wahrscheinlich, daß solche Beziehungen zwischen dem Wurzelsystem und der Entfaltung der oberirdischen Teile vorhanden sind."[3])

Obwohl man also die Wichtigkeit der Wurzel frühzeitig erkannte, beschäftigte man sich erst in neuerer Zeit mit dem Studium des Wurzelsystems der Kulturpflanzen bezüglich des Einflusses der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Bodens und bemühte sich neben der Darstellung des rein anatomischen und histologischen Baues der Wurzeln besonders um eine Klarstellung ihrer Biologie und Morphologie.

Wir finden als ältere Arbeiten die von Schubert-Gallentin[4]), H. Thiel[5]), Schacht[6]), Nikolai[7]), Naegeli und Leitgeb[8]), Fraas[9]), Müller-Thurgau[10]), Sachs[11]), Werner und Schultz-Lupitz[12])[13]).

[1]) Lamprecht, 62, S. 183.
[2]) v. Pistolkors, 98, S. 2.
[3]) Kraus, 55, S. 235.
[4]) Schubert-Gallentin, 120, S. 211.
[5]) H. Thiel, 138,
[6]) Schacht, 118.
[7]) Nikolai, 82.
[8]) Leitgeb, 81.
[9]) Fraas, 20.
[10]) Müller-Thurgau, 78.
[11]) Sachs, 116, S. 20.
[12])[13]) Lupilz, 157, S. 71; 123, S. 19.

Neben diesen allgemeinen Arbeiten und Abhandlungen haben Hellriegel[1]), Heinrich[2]), Haberlandt[3]), Nobbe[4]), Carola[5]), Nowacki[6]), Fittbogen[7]), Fruwirth[8]), Kraus[9]), Schulze[10]), Rotminstroff[11]), Freidenfelt[12]), Vorobico[13]), Modestow[14]), Kläsener[15]), spezielle Untersuchungen über das Wurzelsystem der Getreide Gräser, Leguminosen, Kleearten usw. angestellt.

Trotz Erkenntnis der Tatsache, „daß jede Pflanze ihre Wurzel, soweit sie dieselbe ungehindert zu entwickeln vermag, ebensogut zu einem bestimmten charakteristischen Habitus herausbildet wie ihre Stammpartie“[16]), daß man auch bei den Wurzeln „von gewissen architektonischen Typen“[17]) sprechen darf, sind wir heute noch nicht in der Lage, für unsere wichtigsten Kulturpflanzen das Schema ihres Wurzelsystems anzugeben, weil es uns an genügend zuverlässigen Untersuchungsmethoden mangelt.

Eine große Anzahl Forscher suchte die Wurzelentfaltung in Wasserkulturen zu studieren, und zeitweise hatte die zuerst von Liebig betonte, später von Sachs[18]) und Nobbe[19]) zu großer Entwicklung gebrachte Kultur der Wurzeln in flüssigen Nährlösungen allgemeine Bedeutung erlangt.

Nobbe befaßte sich eingehend mit der Kultivierung der Kartoffel im Wasser in der Hoffnung, daß diese zukunftsreiche Kulturmethode den besten Aufschluß über solche Gesetze der Knollenbildung verbürgen würde, die sich im gewöhnlichen unter-

---

[1]) Hellriegel, 37, S. 118.
[2]) Heinrich, 35, S. 52.
[3]) Haberlandt, 30, S. 580.
[4]) Nobbe, 86, S. 106.
[5]) Carola, 12, S. 1095ff.
[6]) Nowacki, 90, S. 64ff.
[7]) Fittbogen, 19b, S. 474.
[8]) Fruwirth, 22, S. 461—79.
[9]) Kraus, 55, S. 234—86; 56, S. 55—105; 57, S. 113—166; 58, S. 80—129.
[10]) Schulze, 121; 122, S. 11.
[11]) Rotminstroff, 108, S. 29.
[12]) Freidenfelt, 21, S. 115ff.
[13]) Vorobico, 150, S. 447.
[14]) Modestow, 77, S. 1—54.
[15]) Kläsener, 46.
[16])[17]) Hellriegel, 37, S. 123.
[18]) Sachs, 115, S. 331.
[19]) Nobbe, 84, S. 68ff.; 85, S. 337.; 86, S. 106.; 88, S. 1ff.; 83, S. 57.

irdischen Verlauf der Bildungsvorgänge jeder Beobachtung entziehen[1]). Ebenso beschäftigen sich mit dieser Frage Duhamel[2]), Lesage[3]), Knop[4]), Stohmann[5]), Kühn und Rautenberg[6]), Nobbe und Siegert[7]), Knop und Wolf[8]), Mer[9]), Birner und Lucanus[10]), Leydhecker[11]), Wolff[12]), Worthmann[13]) u. a.

Alle diese Forscher hofften mit Knop und Nobbe durch die Vegetationsversuche in tropfbar flüssigen Nährstoffmedien imstande zu sein, „nicht bloß gleichwertige Abbilder der Durchschnittspflanzen des fruchtbaren Ackerbodens zu erzielen, sondern durchaus musterhafte Individuen, die den Charakter ihrer Spezies in allen Organen rein und gewissermassen ideal repräsentieren und bezüglich der organischen Produktion die höchsten Leistungen gewähren". [14])

Die Wasserkulturen legten aber die Unmöglichkeit dar, jede Pflanze in flüssigen Nährstoffmedien zu ziehen, weil diese Methode eine Anpassungsfähigkeit des Wurzelsystems an unnatürliche Bedingungen voraussetzt, die nicht jeder Pflanze eigen ist[15]). Wir müssen aber gerade beim Wurzelstudium die Nachahmung der natürlichen Verhältnisse anstreben, „was selbst durch die kompliziertesten synthetischen Experimente in anderen Medien als im Boden nur partiell gelingen kann"[16]).

Es muß auffallen, daß sehr wenige Arbeiten das Wurzelsystem der Kartoffel zum Gegenstande der Untersuchung machen. Die Gründe für die Vernachlässigung dieser so hochwichtigen Nahrungspflanze dürften darin zu suchen sein, daß einmal alle Unter-

---

[1]) Nobbe 83, S. 57.
[2]) Duhamel, 19a.
[3]) Lesage, 63, 64.
[4]) Knop, 78, S. 65 und 270; 49, S. 181; 50, S. 295.
[5]) Stohmann, 133, S. 347.
[6]) Kühn und Rautenberg, 60, S. 355.
[7]) Nobbe und Siegert, 89, S. 19ff. und 108ff.
[8]) Knop und Wolf, 51, S. 345.
[9]) Mer, 70; 71, S. 696; 72, S. 688.
[10]) Birner und Lucanus, 2a, S. 128f.
[11]) Leydhecker, 65, S. 177.
[12]) Wolff, 163, S. 640.
[13]) Worthmann, 165, S. 640.
[14]) Nobbe, 88, S. 1.
[15]) Benecke-Jost, 43, S. 135.
[16]) v. Pistohlkors, 98, S. 101.

suchungen über Wurzeltiefgang und -ausbreitung gerade bei der Kartoffel im feldmäßigen Anbau mit sehr großen Schwierigkeiten verbunden sind, und zum anderen, daß man der Kartoffel ein ganz unbedeutendes Wurzelsystem, das seiner Einfachheit und Kürze halber garnicht erst schwieriger Untersuchungen bedürfe, zumutete; fand doch v. Seelhorst [1]), daß die Wurzeln der Rosenkartoffel, einer Frühkartoffel, bei 40 cm Tiefe aufhörten. Dieses Resultat muß uns insofern interessieren, als die Versuche v. Seelhorsts ebenso wie die vorliegende Arbeit auf dem Versuchsfeld des landwirtschaftlichen Institutes der Universität Göttingen ausgeführt wurden. v. Pistohlkors kommt bei seinen Untersuchungen zu dem Ergebnis, „daß die Kartoffelwurzel weit weniger als die der Cerealien von architektonischen Gesetzen abhängig ist; sie muß durchaus zu den trägen gerechnet werden; das Wurzelsystem der Kartoffel muß als eines der charakterlosesten bezeichnet werden, und es ist deshalb viel schwerer, für die Kartoffelwurzeln Durchschnittsgrößen oder Tiefenerstreckung anzugeben als für die anderen Kulturgewächse". [2]) v. Pistohlkors gibt in seiner Tabelle den Tiefgang der Wurzeln von 34 Pflanzen an (Getreide, Gräser, Klee, Rüben, Erbsen, Lupinen usw.), erwähnt aber die Kartoffel überhaupt nicht. Ebenso fehlt bei den umfangreichen und vielseitigen Untersuchungen von Kraus und Fruwirth das Wurzelsystem der Kartoffel. Rotminstroff findet, „daß besonders tief, etwa 1,5 m, die Wurzeln von Beta vulgaris und Helianthus annuus eindringen; das kürzeste Wurzelsystem haben die Kartoffeln (Solanum tuberosum)". [3]) Es existieren bis in die neueste Zeit irrige Vorstellungen über Tiefgang, Länge und Seitenausbreitung der Kartoffelwurzeln, und es soll der Zweck dieser Arbeit sein, zur Klärung solcher Fragen beizutragen.

Die Entwicklung jeder Pflanze ist von der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Substrates, auf dem sie gedeihen soll, abhängig. Deshalb gelten die Untersuchungen nur für die Boden- und Klimaverhältnisse des Göttinger Versuchsfeldes, die in der Arbeit von Kläsener (46, S. 68) näher beschrieben sind, so daß hier darauf verwiesen werden kann.

---

[1]) v. Seelhorst, 125, S. 91 ff.
[2]) v. Pistohlkors, 98, S. 94.
[3]) Rotminstroff, 108, S. 24.

Es interessieren hier besonders die klimatischen Verhältnisse der Vegetationsperiode 1924, in welchem Jahre die Wurzeluntersuchungen ausgeführt wurden:

	Temperatur in 10 cm Bodentiefe °	Maximum-Temperatur °	Minimum-Temperatur °	Regenhöhe	Sonnenschein	Windrichtung	Temperatur 6 h abends °
April . .	7,89	11,71	2,60	64,5	110h 50'	NW	9,23
Mai . . .	15,61	22,63	11,70	68,7	77h 50'	NW	17,72
Juni . .	18,48	22,06	10,33	49,6	79h 05'	SW/NW	18,91
Juli . . .	19,76	22,60	12,20	91,0	121h 25'	SW/NW	19,70
August .	17,00	20,30	11,40	130,4	140h 40'	SW/NW	17,30
September	15,10	18,80	10,50	144,8	97h 45'	SW/W	16,00
Oktober .	10,20	15,05	6,80	26,6	94h 00'	NO/NW	12,00

In Vergleich dazu seien die Witterungsverhältnisse der Vegetationsperiode des Jahres 1923 gesetzt:

	Temperatur in 10 cm Bodentiefe °	Maximum-Temperatur °	Minimum-Temperatur °	Regenhöhe	Sonnenschein	Windrichtung	Temperatur 6 h abends °
April (19.-31.)		12,0	3,0	27,8	63h 60'		9,3
Mai . . .	12,4	13,8	7,4	126,0	136h 00'		13,70
Juni . . .	12,9	15,08	8.16	62,9	70h 00'		12,98
Juli . . .	29,0	24,7	12,4	51,7	241h 00'		21,8
August . .	18,1	21,35	10,26	61,2	211h 10'		18,54
September .	14,3	18,6	8,6	44,3	127h 35'		15,4
Oktober . .	10,8	14,74	7,32	156,9	66h 45'		12,08[1])

Galt schon das Jahr 1923 als sehr regenreich, so wird es doch von 1924 noch um ein Bedeutendes übertroffen; es betrug die Regenhöhe

für April bis Oktober 1923: 530,8 mm
" " " " 1924: 575.9 mm

Nach Thiele beläuft sich die Regenmenge für genannten Zeitraum im Durchschnitt auf nur 350 mm; das Jahr 1924 weist also fast das Doppelte auf, wodurch sein Charakter als äußerst

[1]) Kläsener, 46, S. 7.

regenreiches Jahr gekennzeichnet ist. Namentlich die Monate des erfolgreichsten Wachstums Juli bis Oktober sind mit Niederschlägen reich bedacht; sie erhalten 366,2 mm Regen, also $^2/_3$ aller Regenmengen der gesamten Vegetationsperiode. Diese Tatsache hat für unsere Untersuchungen insofern große Bedeutung, als im Gegensatz zur allgemeinen Ansicht, daß Wurzeln in niederschlagsreichen Jahren sich mehr in den oberen Bodenschichten verzweigen, also weniger tief in den Boden eindrängen, ein ganz gewaltiger Tiefgang der Wurzeln im „nassen" Sommer 1924 festgestellt werden konnte. (s. Stössner, Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Aussaattiefen, landw. Jahrb. 1887, Berlin, Bd. 16, S. 8); Kläsener, Wurzeluntersuchungen verschiedener Kartoffelsorten, Inaug.-Diss. Göttingen 1923, S. 7; Schultz-Lupitz: „Es hat sich gezeigt, daß die Pflanze beflissen ist, in trockenen Jahrgängen tiefer in den Boden ihre Pfahlwurzeln hineinzutreiben als in feuchten. Es sind Lupinenwurzeln verfolgt worden bis zu einer Tiefe von 1,50 m, während auch mehrfach in feuchten Jahren nur eine Wurzeltiefe von 80 cm ermittelt wurde" (Zwischenfruchtbau, Berlin 1897, S. 26).

Zur Ergänzung sei noch der Gehalt an Kali und Phosphorsäure der verschiedenen zu unseren Versuchen benutzten Böden angegeben, der nach der Methode Neubauer ermittelt wurde.

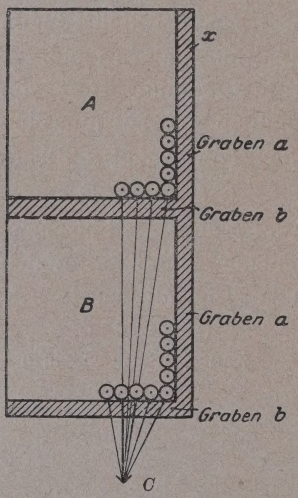
	Gehalt an Kali mg	Gehalt an Phosphorsäure mg
I. Versuch im freien Feld:		
II. Gefäßversuche mit Leinesand:	10,03	2,88
III. Kastenversuche:		
A. Erde aus Kasten 9, Diluviallehm	20,71	4,06
B. Erde aus Kasten 3, Diluviallehm	20,56	6,76
C. Erde aus Kasten 1, Diluviallehm	17,56	8,55
D. Sand aus Kasten 7, Heidesand		
a) Obere Schicht	9,19	5,77
b) Untere Schicht	9,51	5,13
E. Sand aus Kasten 8, Heidesand		
a) Obere Schicht	10,18	4,05
b) Untere Schicht	10,11	4,43

Durch die Untersuchungen, deren Ergebnisse in vorliegender Arbeit dargestellt sind, sollte die Wurzelentwicklung der Industriekartoffel geklärt werden:

a) auf natürlichem Boden, also im feldmäßigen Anbau,
b) auf verschiedenen Kulturböden in Vegetationskästen,
c) auf Böden mit verschiedener Dichtigkeit in hohen Blechgefäßen.

Bei den Untersuchungen zu a) wurde folgende Methode angewandt:

Um überhaupt an die Wurzeln herankommen zu können, legten wir an einer Längs- und einer Querseite unseres Feldstückes Gräben an und zwar:



Graben a in einer Länge von 26 m mit 0,75 m Breite und zunächst 1,50 m Tiefe; später vertieften wir ihn auf 2 m und am Ende (bei x) auf 2,50 m.

Graben b in einer Länge von ca. 4 m mit 0,75 m Breite und 1,50 bis 2 m Tiefe.

C je eine einzelne Kartoffelstaude mit darum eingegrabenem Zylinder.

Zuerst fand der Erdbohrer Verwendung, wie ihn Hellriegel zu seinen Arbeiten benutzte: Dieses Instrument besteht aus einem hohlen Zylinder von starkem Eisenblech mit 226 mm lichtem Durchmesser und 250 mm Höhe, dessen unterer Rand zugeschärft und verstählt ist. Über den oberen Rand ist ein kräftiges Eisenkreuz festgelötet, das einen starken Stab mit Handgriff trägt.

Aber dieser Erdbohrer versagte bei unseren Versuchen; denn da eine bestimmte Fläche des Versuchsfeldes zu den Untersuchungen zur Verfügung gestellt worden war, durften wir uns nicht, wie Hellriegel es tat, eine beliebige Stelle des Feldes aussuchen oder eine neue Bohrstelle ausfindig machen, wenn die Schneide des Zylinders auf einen Stein stieß. Außerdem ist die Bodenschichtung und Zusammensetzung des Göttinger Versuchsfeldes folgende:

1. 0,5 m — 0,75 m humoser mergeliger Lehmboden,
2. 0,75 m — 3,00 m Lehm,
3. 3,00 m — x m Kies.

Während bei den Versuchen Hellriegels in der Umgegend von Dahme, deren Boden fast durchweg aus dem bekannten märkischen Sande besteht, der Zylinder sich leicht in den Boden treiben ließ, erwies sich bei unseren Arbeiten das Eisenblech als zu schwach.

Deshalb wurde ein Zylinder aus Eisenblech von 1 m Länge, 40 cm lichtem Durchmesser und 0,5 cm Wandstärke konstruiert, dessen unterer Rand zugeschäft ist. Er trägt aber nicht ein Eisenkreuz zum Einschlagen, sondern an seinem oberen verstärkten Rande zwei angenietete Handgriffe. Der Zylinder wurde so aufgesetzt, daß die Kartoffelpflanze in seiner Mitte lag, daß er also nach jeder Seite 20 cm Erde umfaßte. Mit zwei starken Holzschlegeln wurde er in die Erde getrieben. Aber das Herausziehen gelang nur mit größter Anstrengung mehrerer Leute. Dazu kam, daß der Zylinder auf einem Schubkarren über das ziemlich ausgedehnte Versuchsfeld bis zu der im vorderen Teile gelegenen Wasserleitung zwecks Ausspülung transportiert werden mußte, wobei der Inhalt infolge seines ziemlich hohen Gewichtes oft zerbrach. Es wurde deshalb dieser Eisenzylinder zur Hälfte abgeschnitten, und wir benutzten also nun ein Instrument von 50 cm Länge und 40 cm Durchmesser, trieben dieses in die Erde (die Pflanze stets in seiner Mitte) und zogen den Zylinder an den Handgriffen heraus, was in den meisten Fällen gelang; nur wenn infolge vielen Regens der Boden zu stark durchfeuchtet war, blieb die Erde am Zylinder nicht haften.

Der herausgehobene Zylinder wurde auf 4 umgekehrte kurze Vegetationsgefäße gestellt und ein mittlerer Wasserstrahl oben darauf geleitet; aber das Wasser floß nicht mehr ab, sobald etwas Boden herausgespült war. Ferner sackte der Erdzylinder, sobald er genügend durchfeuchtet war, aus dem Instrument, wodurch die Wurzeln zerrissen und weggespült wurden. Deshalb legten wir den gefüllten Zylinder auf die Vegetationsgefäße auf, von denen die beiden hinteren etwas tiefer standen. Unter das hintere Ende des Zylinders schoben wir ein mit Nägeln von zirka 5 cm Länge dicht bestandenes Brett und begannen, nachdem wir die Anzahl der am Boden des Zylinders sichtbaren,

weil abgerissenen, Wurzeln festgestellt hatten, mit einem kräftigen Wasserstrahl den Zylinder vom Boden her auszuspülen. Auf diese Weise erhielten wir das Wurzelgeflecht fast vollständig, da kleinere mit der abgespülten Erde losgerissene Wurzeln auf dem Nagelbrett aufgefangen wurden. Wir versuchten die natürliche Lagerung der Wurzeln dadurch zu erhalten, daß durch viele kleine Öffnungen des Zylinders dünne Stahlstäbe durch die Erde gestoßen wurden, aber wir mußten von diesem Verfahren Abstand nehmen, da die Stäbe nicht durch die 40 cm starke Erdmasse drangen und außerdem die Wurzeln zerissen.[1]) –

Dann begannen wir mit einer Pinzette und einem feinen Spatel die Wurzeln an der Stelle im Felde, an der der Erdzylinder abgenommen war, weiter auszugraben, indem wir die einzelnen Wurzeln sorgfältig freilegten und in ihrer ganzen Länge bis zu ihrem größten Tiefgange verfolgten, was mit Hilfe der angelegten Gräben möglich war; denn wir standen in diesem und vermochten an die Wurzeln bequem heranzukommen. Diese äußerst schwierige Arbeit nahm viel Zeit in Anspruch und erforderte größte Sorgfalt, um alle Wurzeln bestmöglichst zu erfassen, wobei es sich doch nicht vermeiden ließ, daß einzelne feine Wurzelteile mit der Erde losgerissen wurden, die wir gewissenhaft sammelten, um die Gesamtmasse der Wurzeln zu erhalten.

Die Untersuchungen konnten sich nur auf die Tiefenentwicklung der Wurzeln erstrecken, d. h. wir vermochten das in die Tiefe gehende Wurzelnetz einer Kartoffelpflanze in einem Bodenzylinder von ca. 1200 qcm Grundfläche (Durchmesser des Zylinders 40 cm, also Inhalt seiner Grundfläche $= 20 \cdot 20 \cdot 3{,}14$ = ca 1200 qcm) freizulegen und zu studieren. Da der feldmäßige Anbau von Kartoffeln zu untersuchen war, bestand keine Möglichkeit, die Seitenausbreitung der Wurzeln in den Bereich unserer Untersuchungen zu ziehen. Dem Momente der gegenseitigen seitlichen Durchdringung der Wurzeln versuchten wir insofern Rechnung zu tragen, als wir den Durchschnitt der Wurzelmassen von je 10 Pflanzen, die ausgegraben waren, annahmen, um etwaige Fehler gleichmäßig zu gestalten.

Weitere Untersuchungen erstreckten sich auf die Wurzelentwicklung solcher Kartoffeln, die in 20 eiserne Vegetations-

[1]) Rotminstroff, 108., S. 515.

kästen von je 1,35 m Tiefe und 1 qm Fläche ausgepflanzt waren.[1]) Da alle Kästen, entsprechend ihrer ursprünglichen Bestimmung, allseitig geschlossen sind, war eine seitliche Aufgrabung und dadurch eine Freilegung der Wurzeln wie im freien Felde nicht möglich. Wir benutzten deshalb hier den Stechzylinder nach Hellriegel, trieben ihn ohne Mühe bis zum Rande in den Sand, zogen ihn heraus, zählten an seinem unteren Ende die Wurzeln und konnten aus dem herausgeschütteten Inhalt bequem alle Wurzeln sammeln. Dann setzten wir den Zylinder auf der alten Bruchstelle auf, trieben ihn zum zweiten Male ein, zogen ihn gefüllt heraus, zählten die Wurzelstümpfe und konnten dieses Verfahren so oft wiederholen, als sich noch Wurzeln in den Zylinderkernen fanden.

Endlich erstreckten sich die Untersuchungen auf Wurzeln von Kartoffen, die wir in Blechzylinder von 1,50 m Länge und 0,30 m Durchmesser gepflanzt hatten. Durch das oben ausgeführte Ausspülungsverfahren konnte die Wurzelmasse fast restlos erfaßt werden.

Es ist zu bemerken, daß die früher von Hellriegel angewandte Methode der Wurzelausspülung, auf einem mit Frucht bestandenen Felde einen Graben mit senkrechten Wänden zu ziehen und von diesem aus die Erde mittels schwacher oder stark brausender Wasserstrahlen abzuspülen, auch auf dem Göttinger Versuchsfelde wohl keinerlei Wirkung gehabt hätte;[2]) ebensowenig konnte das andere Verfahren in Anwendung kommen, nach dem man auf einem Felde zwei parallele Gräben in einer Entfernung von 1 m nebeneinander zog und zunächst nur 20 cm tief machte. Dann band man die dazwischen stehenden Pflanzen fest und füllte die beiden Gräben so oft mit Wasser, bis sich die dazwischenstehende 1 m starke Bodenwand anscheinend bis zur Breikonsistenz vollgesogen hatte; jetzt versuchte man die aufgeweichte Erde von letzterer vorsichtig in die beiden Seitengräben abzuschlämmen.[2])

Namentlich der russische Forscher w. Rotminstroff hat auf dem Versuchsfelde des landw. Institutes zu Odessa vielseitige Untersuchungen bezüglich der Wurzelentwicklung einjähriger Kulturpflanzen angestellt. Er lehnt die Methode von J. J. Soko-

[1]) v. Seelhorst, Journal f. Landw. 1902, S. 277.
[2]) Hellriegel, 37, S. 254.

lowsky[1]) ab, die dieser 1898 auf dem Versuchsfelde zu Poltawa anwandte, ebenso wie die Methode von Ten-eick,[2]) auf die hier nur verwiesen werden kann.

Rotminstroff verlangt von den Untersuchungen, daß sie die Wurzel im natürlichen, gewachsenen Boden, also im Boden selbst, ohne Verletzung seiner physikalischen Natur, beobachten, daß sie jederzeit vorgenommen werden können und daß sie alle Wurzeln erfassen, nicht nur die in die Tiefe gehenden. Die Arbeitsmethoden von Rotminstroff[3]) können als bekannt gelten und zwar sowohl die Art und Weise der Beobachtung des Wurzelwachstums in gewachsenem Boden wie auch die Methode der Wurzelauswaschung. Es kann deshalb hier auf die Literatur verwiesen werden.

Von Bedeutung sind für uns schließlich die sehr interessanten Arbeiten des russischen Forschers Modestow.[4]) Er wendet bei seinen Untersuchungen auf dem Versuchsfelde des landw. Institutes von Moskau die Methode der Wurzelausgrabung von Deherain an.

1. Es wurde ein Graben von 282 cm Länge und 176 cm Tiefe ausgehoben. Die Oberfläche des Bodens am Rand des Grabens war bis zu einer Tiefe von 17,6 cm umgegraben; die Wurzeln und Wurzelstöcke anderer Pflanzen entfernte man sorgfältig. Der so vorbereitete Boden wurde in 6 gleich große Streifen geteilt, die man durch Gänge trennte, damit die gegenseitige Durchdringung zweier benachbarten Pflanzen verhindert wurde. Hatten die Pflanzen eine gewisse Entwicklung erreicht, dann spülte oder grub man die oberste Erdschicht weg, darauf die nächste usw. Nach und nach erschien das gesamte System der Wurzeln.

2. Modestow benutzte ferner mehrere lange Erdwälle, die vor ca. 40 Jahren errichtet waren, sodaß die lange Dauer der Erdlagerung die nötige Festigkeit garantierte. Diese Wälle näherten sich in bezug auf ihre Dichtigkeit sehr dem natürlichen Erdboden, jedoch mit dem wesentlichen Unterschiede, daß ihre Profile nicht die natürliche Konstitution besaßen. Modestow säte ebenfalls

---

[1]) Sokolowsky, 130.
[2]) Ten-Eick, (Rotminstroff, 108).
[3]) Rotminstroff, 108, S. 532 und S. 26.
[4]) Modestow, 77, S. 1—54.

Samen von Kulturpflanzen und typischen Unkräutern nach der beim natürlichen Boden gehandhabten Methode; die Wurzeln spülte er genau so aus.

Bemerkt sei, daß Modestow[1]) seine Ausführungen durch recht anschauliche Bilder und Kurven illustriert.

Der Diplomlandwirt Rhenius teilt ein Verfahren mit, das auf dem Versuchsgut Gieshof der Siemens-Schuckert-Werke angewandt wird: Ein Gestell aus vier gleich langen, rechtwinkeligen Schienen von 1,3 m Länge, die durch kräftige Eisen verbunden und deren Enden geschärft sind, wird in den Boden getrieben; eine Seite des eingeschlossenen Erdblockes wird vollständig freigelegt, die beiden angrenzenden werden mit dem Spaten losgestochen. Auf der vierten Seite wird ein starkes, am unteren Ende geschärftes Eisenblech in Breite und Länge des Erdblockes senkrecht längs der Schienen in die Erde getrieben. An der vorderen gänzlich freigelegten Seite wird ein Eichenbrett angeschraubt, das zahlreiche Löcher im Abstand von 3—4 cm aufweist, durch die ca. 100 Nadeln horizontal eingeschlagen werden, sodaß die einzelnen Erdpartikeln und Saugwurzeln ihre Lage beibehalten. Der Block wird dann weggeschleppt und je nach Bodenart 2—4 Tage in Wasser aufgeweicht, sodaß sich ein großer Teil Erde löst während der Rest mit einem leichten Wasserstrahl oder einer Brause abgespült wird.

Die Methode, nach der Fruwirth die Ausgrabungen von Wurzeln der Hülsenfrüchte in Mödling vornahm, konnte für uns nicht in Betracht kommen; denn er vermochte den dortigen leichten Sandboden bequem in einen angelegten Graben zum Herabrieseln zu bringen und dadurch die Wurzeln freizulegen.[2])

Bevor wir an die Darstellung der angewandten Ausgrabungsmethode und an die Auswertung der Ergebnisse herantreten, wollen wir Bearbeitung und Düngung des Bodens darlegen. Er wurde im Herbst geschält, dann tief gepflügt, im Frühjahr mit einem Untergrundwühler tief aufgelockert und geschleppt. Als Vorfrucht hatte der Boden Winterweizen getragen; an Düngung wurde gegeben:

$1^1/_2$ Ztr. Harnstoff (38 %) pro Morgen,
3 „ Kali (50 %) pro Morgen.

---

[1]) Modeston, 77, S. 25, 43, 54.
[2]) Fruwith, 22, S. 461—479.

Am 17. Mai erfolgte das Auspflanzen der Kartoffeln auf dem uns zugewiesenen ca. 26 m langen und 8 m breiten Stück des Versuchsfeldes, das wir in zwei Teile, A und B, zerlegten (Skizze). Die Standweite in der Reihe betrug 40 cm, die Reihenentfernung 60 cm. Als Saatgut wurden verwandt auf Stück A Industrie der Lüneburger S. Z. G. 1921, gewöhnliche Saat; Stück B Industrie, alter Nachbau, gewöhnliche Saat.

Die weiterhin benutzten Kästen, die mehrere Jahre unbestellt gelegen hatten, wurden im Verhältnis entsprechend gedüngt und mit je einer Kartoffel bepflanzt, als Saatgut diente Ebstorfer Industrieperle Original 1923, große Knollen. Die Aussaat erfolgte am 17. Mai.

Die Blechzylinder wurden mit verschiedenen Böden gefüllt; es erhielt

Gefäß I—IV ziemlich sterilen Leinesand,
„ V—VIII Versuchsfeldererde (lose eingefüllt),
„ IX—XII „ (fest eingestampft).

Je eine große Knolle Ebstorfer Industrieperle 1923 wurde am 17. Mai in ein Gefäß gelegt; Düngung erfolgte entsprechend der des Versuchsfeldes.

II. Wurzelausgrabungen.

Die Ausgrabungen wurden in Gruppen von je 10 Pflanzen abwechselnd von Stück A und B vorgenommen, und zwar erfolgte die Aufnahme der Gruppe I von A in der Zeit vom 30. Juni bis 5. Juli. Schon bei dieser ersten Gruppe, die im Mittel in einem Alter von 48 Tagen ausgegraben wurde, finden wir eine stattliche Zahl von Hauptwurzeln; Pflanze Nr. 1 weist deren 17 auf, die Pflanzen Nr. 6 und Nr. 8 sogar 26. Eine Zusammenstellung ergibt folgendes Bild:

(Siehe die Tabelle auf S. 95.)

Die Mehrzahl der Wurzeln findet sich in einer Tiefe von 0—10 cm; doch weisen Pflanze Nr. 8 und Pflanze Nr. 9 schon je eine Wurzel von einem Tiefgang von 50—60 cm und Pflanze Nr. 10 2 in einer solchen von 60—70 cm auf. Schon hier im Anfangsstadium der Entwicklung sehen wir, daß die Wurzeln der Kartoffeln zwar zu $^2/_3$ in der Ackerkrume sich finden, $^1/_3$ aber

Gruppe I: Pflanzen Hauptwurzeln:	1 17	2 19	3 18	4 23	5 21	6 26	7 22	8 26	9 22	10 17	Summe 211	Proz.
Mittel: 21,1						$\sigma = 3{,}76$		$v = 17{,}82$				
Tiefgang (cm):												
0—10	5	9	3	8	11	8	10	8	7	5	74	**35,07**
10—20	9	5	10	10	4	3	6	10	9	4	70	33,17
20—30	3	5	4	2	3	6	3	2	3	3	34	16,11
30—40	—	—	1	2	2	6	0	2	1	0	14	6,63
40—50	—	—	—	1	1	3	3	3	1	1	13	6,16
50—60	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	4	1,89
60—70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	0,94
	17	19	18	23	21	26	22	26	22	17	211	—

bereits in den Untergrund eindringt. Die Annahme liegt deshalb nahe, daß sie sich bei voller Entwicklung nicht mit einem Tiefgange von zirka 75 cm bis 1 m begnügen werden, wie dies bislang noch vielfach angenommen wurde. Diese Vermutung bestätigt die Ausgrabung der Gruppe II von Stück B, die in der Zeit vom 15.—22. Juli vorgenommen wurde.

Gruppe II: Pflanzen Hauptwurzeln:	1 27	2 29	3 24	4 29	5 32	6 29	7 28	8 43	9 36	10 33	Summe 310	Proz.
Mittel: 31						$\sigma = 5{,}56$		$v = 17{,}93$				
Tiefgang (cm):												
0— 10.	3	5	2	2	5	8	6	10	6	4	51	16,45
10— 20.	5	3	3	5	3	2	3	4	2	1	31	10,00
20— 30.	4	6	4	2	5	0	5	2	4	3	35	11,29
30— 40.	8	9	7	11	6	5	5	5	7	6	69	**22,25**
40— 50.	2	2	2	4	4	3	2	8	2	2	31	10,00
50— 60.	1	0	2	0	5	1	1	2	6	5	23	7,41
60— 70.	1	2	1	2	2	2	0	4	3	2	19	6,12
70— 80.	2	1	1	1	1	4	4	2	0	3	19	6,12
80— 90.	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	12	3,87
90—100.	—	—	—	1	—	1	1	3	2	2	10	3,22
100—110.	—	—	—	—	—	2	—	2	1	1	6	1,93
110—120.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	4	1,29
	27	29	24	29	32	29	28	43	36	33	310	

Während bei Gruppe I die Zahl der Hauptwurzeln 211 beträgt, hat sie sich bei Gruppe II auf 310 erhöht. Bei jeder

Pflanze treffen wir im Vergleich zu Gruppe I eine größere Zahl Hauptwurzeln an, ja, Pflanze Nr. 8 weist deren sogar 43 auf! Ebenso hat das Tiefenwachstum der Wurzeln dieser Gruppe während der um 10 Tage längeren Vegetationszeit gewaltig zugenommen; Pflanze Nr. 1 weist eine Wurzel mit einem Tiefgang von 80—90 cm auf, Pflanze Nr. 6 dagegen schon 2 mit einem solchen von 100—110 cm; ja, Pflanze Nr. 10 besitzt eine Wurzel, die sich bis 120 cm in die Tiefe erstreckt. Der mittlere Tiefgang aller Wurzeln dieser Gruppe liegt zwischen 30 und 40 cm, und zwar fallen in diese Tiefe 22,25%, also zirka $^1/_4$ aller Wurzeln. Während Gruppe I als größte Tiefe 70—80 cm erkennen läßt, also keine Wurzel über 1 m Tiefgang besitzt, finden sich bei Gruppe II bereits 10, also 3,22% der Wurzelgesamtzahl.

Diese rasch sich steigernde Zahl der Hauptwurzeln wie die bedeutende Zunahme des Tiefganges läßt auch Gruppe III von Stück A erkennen, die wir in der Zeit vom 24. Juli bis 4. August dem Boden entnahmen:

Gruppe III: Pflanze Hauptwurzeln:	1 34	2 29	3 32	4 45	5 31	6 38	7 26	8 31	9 30	10 37	Summe 333	Proz.
Mittel; 33,3						$\sigma = 5{,}17$		$v = 15{,}52$				
Tiefgang (cm):												
50— 60	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,90
60— 70	8	0	0	1	0	2	1	0	0	0	12	3,60
70— 80	10	1	1	5	3	7	4	0	2	1	34	10,21
80— 90	6	7	13	17	4	6	17	8	8	6	92	27,62
90—100	5	8	9	8	10	17	1	10	8	12	88	26,42
100—110	2	6	4	4	8	6	2	5	7	9	53	15,91
110—120	—	5	3	3	5	—	1	3	2	6	28	8,40
120—130	—	0	0	0	0	—	—	3	3	2	8	2,40
130—140	—	1	2	0	0	—	—	0	—	0	3	0,90
140—150	—	1	0	7	1	—	—	2	—	1	12	3,60
	34	29	32	45	31	38	26	31	30	37	333	—

Die Zahl der Hauptwurzeln erhöht sich von 310 bei Gruppe II auf 333. Ganz bedeutend hat der Tiefgang der Wurzeln zugenommen; denn es findet sich unter 50 cm keine Hauptwurzel, in einer Tiefe von 50—60 cm nur bei Pflanze Nr. 1 3 Wurzeln; dagegen besitzen alle Pflanzen Wurzeln mit einem Tiefgang von über 100 cm, so Pflanze Nr. 2 deren 2, Pflanze Nr. 5 schon 8

und Pflanze Nr. 10 sogar 9! 12 Hauptwurzeln erreichen in dieser Gruppe einen Tiefgang von 140—150 cm, im Vergleich zu Gruppe II also fast die doppelte Tiefe, die sie in einer Wachstumszeit von zirka 8 Wochen erreicht haben. Das Mittel des Tiefganges liegt mit 27,62% zwischen 80 und 90 cm, hat sich also gegenüber Gruppe I und II ganz erheblich vertieft.

Das Wurzelbild von Gruppe III erscheint ziemlich unruhig; denn während bei Pflanze Nr. 1 und Pflanze Nr. 6 keine Wurzel eine Tiefe über 110 cm erreicht und der größte Tiefgang der Wurzeln dieser Pflanzen noch unter 100 cm liegt, gehen bei den anderen Pflanzen einzelne Wurzeln bedeutend tiefer, ganz auffallend bei Pflanze Nr. 4, wo Wurzeln bis zu einer Tiefe von 140—150 cm hinabdringen. Diese bedeutenden Unterschiede lassen sich wohl als Standorts- und Ernährungsmodifikationen erklären. Es wurden zwar ziemlich gleich große Saatknollen ausgelegt, trotzdem kann ihre Wachstumsenergie verschieden gewesen sein. Endlich spielen bei diesen Pflanzen die Wurmlöcher eine große Rolle; denn der Boden des zum Versuche benutzten Feldstückes weist viele Wurmlöcher auf, die sich bei einzelnen Pflanzen häuften, während sie bei anderen weniger zahlreich sich fanden. Die Wurzeln benutzen diese bequemen Wege in größere Tiefen (siehe Ausführungen S. 120). Dieser Umstand dürfte es erklären, daß manche Wurzeln schneller größere Tiefen erreichten und daß sich oft mehrere Wurzeln in einem Wurmloche abwärts wachsend vorfanden.

Ein ähnliches Bild der Entwicklung weist Gruppe IV von Stück B auf, herausgenommen vom 4.—11. August. Die Zahl der Hauptwurzeln hat sich kaum verändert, und ihr Tiefenwachstum bewegt sich in denselben Ausmaßen. Der mittlere Tiefgang liegt bei 90—100 cm, den 32,44% aller Wurzeln erreichen. Besonders auffallen muß hier Pflanze Nr. 5, deren Hauptwurzelmasse in eine Tiefe bis 1 m dringt. Aus der Länge des Krautes, 45 cm, wie aus seinem Frischgewicht, 226,25 g und aus dem Wurzelfrischgewicht, 30,98 g ist zu erkennen, daß es sich um eine Kümmerpflanze handelt, deren gesamte Entwicklung irgend welche Hemmungen erfuhr, die deshalb ebensowenig zum Gesamtbild herangezogen werden kann wie Pflanze Nr. 9 bei Gruppe V, die 25 Hauptwurzeln zählt bei einem größten Tiefgange von 100 bis 110 cm. Auch sie weist ein recht kurzes Kraut von 56 cm auf, ein ganz geringes Krautfrischgewicht von 172,31 g, während das

Mittel des Krautfrischgewichtes von Gruppe V 417,31 g beträgt, und ein Wurzelfrischgewicht von 12,86 g gegenüber dem Mittel der Gruppe V mit 61,11 g. Bei dieser Pflanze lautet die Bemerkung im Arbeitsbuch: „Ganz dünne, feine und wenige Wurzeln!“

Gruppe IV: Pflanzen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe	Proz.
Hauptwurzeln	31	24	23	38	27	35	37	41	44	39	339	
Mittel: 33,9					$\sigma = 6{,}91$		$v = 20{,}38$					
Tiefgang (cm):												
70— 80	0	2	1	0	2	0	2	1	0	0	8	2,36
80— 90	13	2	5	2	6	7	0	3	3	4	45	13,27
90—100	10	4	11	20	12	10	6	10	12	15	110	**32,44**
100—110	6	6	2	9	7	9	15	8	16	9	87	25,66
110—120	2	6	2	4	—	6	7	13	8	7	55	16,22
120—130	—	4	2	1	—	2	6	5	2	2	24	7,08
130—140	—	—	—	2	—	1	1	1	3	1	9	2,65
140—150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,29
	31	24	23	38	27	35	37	41	44	39	339	—

Gruppe V: herausgenommen vom 12. August bis 22. August.

Gruppe V: Pflanzen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe	Proz.
Hauptwurzeln:	38	41	24	29	38	38	32	38	25	41	344	
Mittel: 34,4					$\sigma = 6{,}08$		$v = 17{,}67$					
Tiefgang (cm):												
80— 90	0	2	2	0	0	1	0	0	8	1	14	4,07
90—100	2	2	5	1	0	3	5	3	13	6	40	11,62
100—110	3	8	1	8	8	6	3	6	4	8	55	15,99
110—120	10	13	10	13	18	15	9	3	—	5	96	**27,90**
120—130	11	14	5	5	6	8	4	13	—	12	78	22,67
130—140	8	1	1	1	3	1	5	8	—	6	34	9,88
140—150	3	1	—	1	2	2	4	4	—	2	19	5,52
150—160	1	—	—	—	1	2	2	1	—	1	8	2,33
	38	41	24	29	38	38	32	38	25	41	344	—

Bei Gruppe VI, aus dem Boden genommen vom 23. August bis 3. September zeigt das Wurzelwachstum bedeutende Erweiterungen:

Gruppe VI: Pflanzen Hauptwurzeln:	1 37	2 31	3 29	4 42	5 31	6 38	7 31	8 40	9 43	10 39	Summe 361	Proz.
Mittel: 36,1					$\sigma = 4{,}88$ $v = 13{,}51$							
Tiefgang (cm):												
90—100	3	4	2	1	0	0	0	0	0	0	10	2,77
100—110	2	8	6	5	1	4	3	2	4	3	38	10,52
110—120	10	5	4	7	1	4	5	6	7	7	56	15,51
120—130	7	9	8	9	3	5	6	4	10	9	70	19,39
130—140	9	3	6	5	6	7	7	11	12	14	80	**22,16**
140—150	5	1	2	13	9	8	5	7	6	2	58	16,06
150—160	1	1	1	1	10	9	4	6	2	2	37	10,24
160—170	—	—	—	1	1	1	1	2	1	1	8	2,21
170—180	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	3	0,83
180—190	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	0,27
	37	31	29	42	31	38	31	40	43	39	361	—

Die Untersuchungen über Entwicklung und Tiefgang der Wurzeln bei Gruppe VI lehren uns, daß 22,16% aller Wurzeln in einer Tiefe von 130—140 cm endigen, daß aber einzelne Wurzeln in ganz gewaltige Tiefen hinabdringen. So weisen Pflanze Nr. 9 und Nr. 10 je eine Wurzel auf, die bis zu einer Tiefe von 170—180 cm hinabreicht, während bei Pflanze Nr. 8 eine Wurzel sogar eine Länge von über 180 cm erlangt. Von allen Hauptwurzeln der Gruppe VI liegen nur ca. 3% in einer Tiefe bis 1 m, 97% hingegen dringen über 1 m tief hinab und von diesen wieder 1% über $1\frac{3}{4}$ m! Die Untersuchungen führen die Tatsache vor Augen, daß die Wurzeln der Kartoffeln über das Doppelte der Tiefe erreichen, die man ihnen bisher zumutete (0,75 m—1,00 m). Dasselbe lehren auch die Gruppen VII—IX, in denen sich die Zahl der Hauptwurzeln bedeutend vermehrt hat; der Durchschnitt liegt bei allen über 40.

Gruppe VII, aus dem Boden genommen in der Zeit vom 4. 9.—10. 9., weist neben zwei Kümmerpflanzen (Pflanze Nr. 2 und Nr. 5) solche mit sehr starker Wurzelentwicklung auf. Bei Pflanze Nr. 8 erreicht eine Wurzel eine Tiefe von 184 cm und bei Pflanze Nr. 10 eine Tiefe von 181 cm. Es gehen bei Gruppe VII ca. 20% aller Hauptwurzeln über 150 cm tief!

Diejenige Schicht, in der der höchste Anteil an Wurzeln endet, liegt bei Gruppe VII 130—140 cm (28,25%) tief, bei

Gruppe VII: Pflanzen Hauptwurzeln:	1 42	2 40	3 46	4 38	5 29	6 45	7 42	8 44	9 39	10 42	Summe 407	Proz.
Mittel: 40,7					$\sigma = 4{,}58$		$v = 11{,}25$					
Tiefgang: (cm)												
100—110	4	4	2	0	6	1	3	0	0	3	23	5,65
110—120	3	8	7	4	8	3	7	3	4	1	48	11,79
120—130	8	9	7	8	10	8	5	7	5	6	73	17,93
130—140	14	16	18	12	5	16	11	11	7	5	115	**28,25**
140—150	9	3	8	7	—	6	8	7	11	9	68	16,70
150—160	4	—	3	4	—	5	6	3	6	2	33	8,10
160—170	—	—	1	2	—	4	2	2	4	6	21	5,15
170—180	—	—	—	1	—	2	—	10	2	7	22	5,40
180—190	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	4	0,98
	42	40	46	38	29	45	42	44	39	42	407	

Gruppe VIII: Pflanzen Hauptwurzeln:	1 39	2 32	3 41	4 39	5 42	6 45	7 40	8 44	9 51	10 46	Summe 419	Proz.
Mittel: 41,9					$\sigma = 4{,}64$		$v = 11{,}20$					
Tiefgang: (cm)												
100—110	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	5	1,19
110—120	2	2	4	0	2	2	4	6	4	1	27	6,44
120—130	6	6	7	3	3	6	4	3	3	4	45	10,74
130—140	8	5	4	6	4	4	2	2	5	3	43	10,26
140—150	14	12	18	13	12	11	8	3	7	7	105	**25,05**
150—160	3	3	4	8	11	14	11	16	15	17	101	24,10
160—170	2	2	2	2	4	3	4	5	5	3	33	7,87
170—180	2	1	1	3	2	1	2	2	2	3	19	4,53
180—190	1	1	1	2	3	2	2	3	3	2	20	4,77
190—200	1	—	—	1	1	2	1	1	2	3	12	2,86
200—210	—	—	—	1	—	—	1	1	2	1	6	1,43
210—220	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	3	0,71
	39	32	41	39	42	45	40	44	51	46	419	

Gruppe VIII 140—150 cm (25,05%) und bei Gruppe IX 160 bis 170 cm (23,00%), d. h. sie wird immer weiter abwärts verlegt, während der Prozentsatz der Wurzeln, die sie erreichen, abnimmt; denn je tiefer man vordringt, um so weniger Wurzeln sind vorhanden. Auch die Gruppen VII—IX bestätigen, daß die bisherige

Gruppe IX: Pflanzen Hauptwurzeln:	1 38	2 36	3 40	4 45	5 48	6 46	7 39	8 45	9 32	10 44	Summe 413	Proz.
Mittel: 41,3					$\sigma = 4{,}83$ $v = 11{,}86$							
Tiefgang: (cm)												
100—110	0	0	2	3	0	0	2	0	0	0	7	1,69
110—120	0	0	1	2	3	2	5	3	8	2	26	6,29
120—130	4	2	2	9	4	7	4	2	3	3	40	9,68
130—140	8	6	4	3	3	5	5	6	4	8	52	12,59
140—150	3	3	4	4	6	0	5	5	4	7	41	9,92
150—160	10	11	7	5	12	11	9	8	10	8	91	22,03
160—170	7	9	15	13	13	14	6	4	3	11	95	**23,00**
170—180	3	2	1	4	0	1	2	9	—	2	24	5,81
180—190	2	1	2	2	2	1	1	5	—	1	17	4,11
190—200	1	1	1	—	3	2	—	2	—	1	11	2,66
200—210	—	1	1	—	1	3	—	1	—	1	8	1,93
210—220	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0,24
	38	36	40	45	48	46	39	45	32	44	413	

Ansicht, die Kartoffel sei ein Flachwurzler, zu unrecht besteht. Die Untersuchungen legen dar, verglichen mit denen anderer Forscher wie Schultz-Lupitz, Hellriegel, Schulze-Breslau, Rotminstroff, daß die Kartoffel in Bezug auf Tiefenentwicklung der Wurzel hinter dem Getreide nicht zurücksteht. Bei Gruppe VIII erreichen 12 Wurzeln eine Tiefe von 200 cm und 6 Wurzeln eine solche von 200—210 cm. Pflanze Nr. 7 weist eine Wurzel von 212 cm Länge, Pflanze Nr. 9 eine solche von 211 und Pflanze Nr. 10 von 229 cm auf; es ist dies die längste Wurzel überhaupt, die wir bei unseren gesamten Untersuchungen ausgruben. In Gruppe 9 legten wir eine Wurzel von 216 cm Tiefgang frei.

Die große Mühe und Arbeit, die Wurzeln bis zu ihrer größten Tiefe zu verfolgen und freizulegen, führte zu dem Ergebnis, daß Kartoffelwurzeln Tiefen von 2 m und darüber erreichen können. Zu ähnlichen Resultaten sind nur Schulze-Breslau, der Wurzeluntersuchungen im aufgeschütteten Boden vornahm, und Kläsener gelangt. Ersterer fand bei seinen Kartoffeluntersuchungen[1]) „eine größte Länge der Wurzeln im Mittel von 243 cm“

[1]) Schulze, 122, S. 314.

und charakterisierte damit die Kartoffel als die Kulturpflanze, die ihre Wurzeln am tiefsten in die Erde sendet.

Ebenso fand Kläsener: „Die Wurzelgewinnung der 10 Göttinger Industriepflanzen war sehr schwierig; denn die Wurzeln dieser Sorte besaßen einen ganz gewaltigen Tiefgang. Tiefen von 1,80 bis 2,00 m waren keine Seltenheit.“ [1]) Bei der Tabelle über den Wurzeltiefgang dieser Gruppe verzeichnet er bei Pflanze Nr. 5 eine Wurzel in einer Tiefe von 200—210 cm.[2])

Vergleicht man nun die Ergebnisse des Tiefenwachstums der Wurzeln von Kartoffeln, die im freien Lande gezogen waren, mit denen, die in Kästen und Blechzylinder gepflanzt wurden, so ergeben sich große Unterschiede. Die Wurzeln wurden in der Zeit vom 14. 10.—28. 10. freigelegt.

Die Anzahl der Hauptwurzeln beträgt bei den Kastenversuchen:

A. Kästen mit Diuviallehm:

Pflanzen	1	2	3	4	5	6	Summe
Hauptwurzeln:	71	59	52	68	81	76	407
Mittel: 67,83	$\sigma = 10{,}52$ $v = 15{,}5$						
Größter Wurzel-Tiefgang (cm):	131	129	126	144	131	119	

B. Kästen mit Heidesand:

Pflanzen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Summe
Hauptwurzeln:	49	33	51	44	46	36	56	45	61	52	48	54	23	32	630
Mittel: 45	$\sigma = 10{,}17$ $v = 22{,}6$														
Größter Wurzeltiefstand (cm):	78	56	80	76	50	37	75	61	60	75	37	54	25	38	

Bei beiden Reihen ist das Mittel der Wurzelzahl größer als bei den Freilandpflanzen. Auffallend ist ferner der große Unterschied zwischen den Wurzellängen der Pflanzen im Diluviallehm und in Heidesand. Es wurde bei den Ausgrabungen der mit humosem Lehm gefüllten Kästen beobachtet, daß die ziemlich starken Wurzeln fast bis zum Grunde der 1,35 m tiefen Behälter vordrangen, aber nicht in die ca. 3 cm starke Kiesschicht, die den Boden der Kästen bedeckt, hineinwuchsen, sondern sich auf ihrer Oberfläche verbreiteten uud verzweigten.

[1]) Kläsener, 46, S. 23.
[2]) Kläsener, 46, S. 25.

Bei den Sandkästen hingegen fanden sich die Wurzeln nur in der obersten, dunkler gefärbten und wahrscheinlich schon etwas humifizierten Schicht. Sobald sie diese durchwachsen hatten und auf die mittlere, goldgelb gefärbte Sandschicht trafen, liefen sie überraschend schnell ganz dünn aus und nahmen ein gekräuseltes Gepräge an; sie wiesen alle das typische Bild solcher Wurzeln auf, die in einem saurem Substrat vorwärts zu kommen suchen und bald verkümmern. Wir fanden nur eine einzige Wurzel in Kasten Nr. 7, die mit einer Länge von 10 cm in die mittlere Schicht eingedrungen war. Die unterste braune Sandschicht der Kästen war vollkommen frei von Wurzeln.

Auch der Verlauf der Wurzeln in den Sand- und Lehmkästen wies ganz charakteristische Unterschiede auf. Während sie in Lehm ebenso wie im freien Felde in ihrer Hauptmasse in gleichmäßiger Verteilung rund um den Stock nach der Tiefe streben und nur wenige sich in horinzontaler Richtung in der oberen Schicht ausbreiten, verzweigten sich die Wurzeln in den Sandkästen schon in der obersten Schicht wagerecht; alle wiesen eine charakteristische Biegung nach den Seiten auf. Unmittelbar unter dem Stock war kaum eine Hauptwurzel zu finden, die direkt vertikal in die Tiefe drang. Diese Beobachtungen erweckten den Eindruck, als vermieden die Wurzeln ängstlich die tieferen Bodenschichten und damit das Eindringen in die ihnen totbringende mittlere Sandschicht. Die Wurzeln liefen vielmehr an den Kastenwänden entlang; eine Wurzel wurde gefunden, die an 2 Seiten eines Kastens entlang ihren Weg genommen hatten. Diese Tatsache erklärt auch die verhältnismäßig große Länge der Wurzeln in den Sandkästen; ihr Tiefenwachstum ging nicht über die Mächtigkeit der obersten Sandschicht, die 35—45 cm betrug, hinaus.

Die Vermutung, daß die Sandkästen einen hohen Säuregrad aufweisen müßten, bestätigte eine chemische Untersuchung nach der Feldmethode Wherry, die ergab, daß die schwarzbraune oberste Sandschicht die P_H-Zahl 5,5, die mittlere goldgelbe dagegen 4,0 anzeigte, also recht stark sauer reagierte.

Zuletzt sei die Wurzelentwicklung in den Blechzylindern betrachtet, die unten offen waren und in einer Grube auf gewachsenem Boden Aufstellung gefunden hatten, so daß ihre Oberfläche zu ebener Erde lag; es war also der Tiefenentwicklung

der Wurzeln keine Grenze gesetzt. Die Untersuchung der I. Gruppe, umfassend die mit Leinesand gefüllten Blechgefäße, zeigt, daß die Zahl der Hauptwurzeln hinter der im freien Lande und der der Kästen zurücksteht; dagegen ist ihr Tiefgang ganz bedeutend:

Gruppe I: Pfl.	1	2	3	4
Hauptwurzeln:	28	14	21	23
Tiefgang (cm):	161	82	138	169

Es zeigt sich, daß bei Gefäß 1 eine Wurzel noch 11 cm und bei Gefäß 4 eine solche 19 cm in den gewachsenen Erdboden eingedrungen ist; dieses energische Hinabdrängen in die Tiefe dürfte in dem geringem Nährstoffgehalt des Sandes (s. Untersuchung nach Neubauer, S. 87) und dem dadurch veranlaßten Streben der Wurzeln nach gehaltreicherem Substrat begründet sein.

Wesentlich besser entwickelten sich die Wurzeln der Gruppe II in locker eingefülltem Lehmboden vom Versuchsfeld:

Gruppe II: Pfl	1	2	3	4
Hauptwurzeln:	32	41	38	29
Tiefgang (cm):	138	142	151	132

Die Lockerheit des Lehmbodens ist ähnlich der des Sandes, deshalb weisen hier die Wurzeln auch einen ähnlichen Tiefgang auf. Da aber die unteren Schichten des Lehmes fester gelagert und außerdem keine Wurmröhren vorhanden sind, dringen sie nicht so tief wie die Wurzeln im Sande abwärts. Es ist also ein Vergleich zwischen der Entwicklung im Felde und in den Gefäßen nicht ohne weiteres möglich.

Das bestätigt auch Gruppe III der Blechgefäße, in die Versuchsfeldlehm fest eingestampft wurde:

Gruppe III: Pfl.	1	2	3	4
Hauptwurzeln:	8	5	11	7
Tiefgang (cm):	52	56	56	65

Wir fanden hier eine auffallend geringe Anzahl von Hauptwurzeln, die sich, dünn wie Zwirnsfäden, fest nur im oberen Drittel der Gefäße entwickelt hatten. Das kümmerliche Gedeihen der Wurzeln in diesen Zylindern dürfte ebenso wie das des Krautes und der Kartoffeln (vgl. S. 133) auf das gänzliche Fehlen der Wurmlöcher zurückzuführen sein und ferner darauf, daß dieser besonders hart präparierte Nährboden den schwachen

Wurzeln bei ihrem Vordringen in die Tiefe allzu großen Widerstand entgegensetzte; außerdem fehlen jegliche Bedingungen der so wichtigen Luftzirkulation.

Charakteristische Unterschiede lassen bei den Versuchen in den Blechzylindern auch Krautlänge und Wurzelgewicht wie das Gewicht der Knollen erkennen:

Gruppe I: (Sand) Pfl. . . .	1	2	3	4
Krautlänge (cm)	57,5	50	30	70
Wurzelgewicht (frisch) g . .	17,2	10,9	13,1	19,2
„ (trocken) g . .	2,2	1,7	1,8	2,6
Knollengewicht g	340,7	170,5	221,5	330,6
Gruppe II: (lose eingef. Erde)				
Krautlänge (cm)	100	95	110	115
Wurzelgewicht (frisch) g . .	19,8	28,6	28,5	14,3
„ (trocken) g . .	3,3	5,6	4,9	2,6
Knollengewicht g	662,2	949,7	898,4	766,8
Gruppe: III. (fest eingestampfte Erde)				
Krautlänge (cm)	75	70	73,5	70
Wurzelgewicht (frisch) g . .	5,3	3,8	10.8	4,6
„ (trocken) g . .	0,8	0,3	1,5	0,3
Knollengewicht g	290,8	191,2	316,8	114,6

Während sich also die Pflanzen der Gruppen I und III in bezug auf Krautlänge, Wurzelgewicht und Knollengewicht recht dürftig entwickelt haben, weist Gruppe II namentlich hinsichtlich Wurzelzahl annähernd ähnliche Verhältnisse wie im freien Felde auf:

	im Felde	in Blechzyl.	in Kästen Lehm	Sand
Durchschnittl. Wurzelzahl: . .	34,74	35,00	67,83	45,00
Durchschnittl. Krautlänge: . . .	60,46	105,00	66,50	62,20

Zum Vergleiche seien die Ergebnisse Kläsners herangezogen, der ebenfalls in Blechzylindern Untersuchungen anstellte; er sagt: „Interessant ist, daß sowohl die Topfpflanzen als auch die Pflanzen im freien Felde durchschnittlich die ungefähr gleiche Anzahl Wurzeln besaßen:

	Durchschnittl.	im Felde	in Töpfen
„Up to date“		30,10	30,08
„Thieles weiße Riesen“		39,40	35,50“[1])

Die Ergebnisse Kläseners sind also denen in unserer Arbeit ziemlich gleich.

III. Die Bedeutung der Wurmröhren.

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß von Gruppe VI, also vom Stande der Höchstentwicklung der Wurzel ab, ihr Abbau beginnt, und zwar fast um ein Drittel des gesamten ursprünglichen Gewichtes. Die Tiefenentwicklung der Wurzel schreitet aber stetig vorwärts und erreicht bei Gruppe VIII Pflanze Nr. 10 mit einem Tiefenwachstum von 219 cm ihr äußerstes Tiefenmaß. Pflanze Nr. 7 der Gruppe VIII weist 213 cm auf. Es zeigt sich also, daß die Zahl der Hauptwurzeln sich von Gruppe VI an steigert (Gruppe VI im Mittel 36,1; Gruppe VII 40,7; Gruppe VIII 42; Gruppe IX 41,3). Aus der Abnahme des absoluten Gewichtes der Wurzel folgt aber, daß das Schwinden der Wurzeln an den oberen Teilen stattfindet, die die oberste Ackerkrume durchsetzen. Diese Tatsache beweist, daß die Pflanze die Nahrungsaufnahme allmählich zum Abschluß bringt und das sie der trotzdem immer tiefer gehenden Wurzeln vorwiegend zur Wasseraufnahme bedarf; denn man kann nicht annehmen, daß die Kartoffelpflanze ein so überaus wichtiges Organ der Ernährung, wie ihr Wurzelsystem darstellt, rückbildete, wenn zu ihrer weiteren Entwicklung noch eine umfangreiche Nahrungsaufnahme nötig wäre. Diese Vermutung bestätigen auch eigenartige Beobachtungen bei tiefgehenden Wurzeln, von denen sehr oft solche angetroffen wurden, die in Röhren oder Wurmlöchern, frei pendelnd, hinabwuchsen; z. B. legten wir bei Pflanze Nr. 8 Gruppe V eine Wurzel von 125 cm Tiefgang frei, deren unteres, 19 cm langes Ende frei im Wurzelloch schwebte und sich bequem herausziehen ließ.

Bei folgenden Wurzeln wurde ähnliches gefunden:

---

[1]) Kläsener, 46, S. 40.

	Wurzeltiefgang cm	frei schwebendes Ende cm
Gruppe V, Pfl. Nr. 10:	114,5	24
„ VI, Pfl. Nr. 4	152	30
	122	32
	122,5	**45,5**
„ VI, Pfl, Nr. 7	125	30
	142	21
	118	26
	145,2	23,2
„ VIII, Pfl. 8	195	22
„ IX, Pfl. 2	176,4	31
„ IX, Pfl. 8	182,3	37,2

Es liegt die Vermutung nahe, daß diese sich in verhältnismäßig große Tiefen erstreckenden, mit einem großen Stücke ihres unteren Endes frei im Wurmloche schwebenden Wurzeln der Wasseraufnahme dienen. „Diese tief nach unten verlaufenden Wurzeln bei Flach- oder Büschelwurzlern im Gegensatz zu Pfahlwurzlern werden ohne Zweifel Nährstoffe auszunutzen vermögen, denen sie auf ihrem Wege begegnen. Die Hauptfunktion der tiefer verbreiteten Wurzeln dürfte aber wohl die gesicherte Wasseraufnahme sein".[1]) Ebenso kam H. Thiel[2]) infolge der Beobachtung, daß er in den wurmröhrenartigen Kanälen die Wurzeln dem Boden nicht fest anliegend fand, zu dem Schluß, „daß diese Wurzeln nicht Nährstoffe aufnehmen könnten, wie die den Bodenteilchen fest anliegenden oberen Wurzeln, sondern daß sie nur die Wasseraufnahme vermitteln."

Freilich weist Sachs[3]) nach, daß die Wurzeln Wasserdampf nicht aufnehmen; dagegen nimmt Hensen[4]) an, daß der unterirdische Tau eine große Rolle spiele.

Das führt uns zu der so häufig behandelten Frage: Welchen Einfluß üben die Wurmlöcher auf die Entwicklung des Wurzelsystems aus? Zunächst seien die Ergebnisse der bisherigen Forschung über diese Frage dargelegt.

Edward John Russel-Rothamsted weist in seiner Arbeit[5]) darauf hin, daß schon der englische Forscher Gilbert White im

[1]) Kühn, 59, S. 162.
[2]) H. Thiel, 139.
[3]) Sachs, 116, S. 6.
[4]) Hensen, 38, S. 694ff.
[5]) Russel, 112.

Jahre 1767 den Regenwürmern einen großen Einfluß auf die Bodenfruchtbarkeit und auf die Pflanzenwurzeln zuschreibt. White sagt: „Die Würmer scheinen große Beförderer der Vegetation zu sein, die ohne sie nur unvollkommen würde. Die Tiere durchlöchern und lockern infolge ihrer bohrenden Tätigkeit den Boden und machen ihn dadurch zugänglicher für den Regen und für die Pflanzenwurzeln", womit angedeutet sein dürfte, daß die letzteren in den von den Würmern gebohrten Röhren ihren Weg in die Tiefe suchen. Eine ausführliche Behandlung erfährt dieses Thema durch H. Thiel[1]). Er kommt zu dem Ergebnis, daß die Pflanzenwurzeln sich im lockeren Obergrunde ihren Weg allein bahnen können, daß sie dagegen in festeren Bodenschichten nur bereits vorhandenen Wegen nachzugehen vermöchten, also vor allem den Wurmröhren, daß die Pflanzenwurzel sich den Untergrund überhaupt nur auf dem Wege vorgefundener Röhren zu erschließen vermöchte. Thiel hat richtig beobachtet, daß Pflanzenwurzeln zum Teil nicht in den Grund eingebohrt sind, sondern frei in Röhren liegen, die bis zu einer Tiefe von 2 m (Beobachtung an der Wand einer Mergelgrube auf einem mit Klee bestandenen Acker) in den Boden eindringen.[2]) Er behauptet weiterhin, daß ausschließlich die freien Wurzeln den bequemen Weg des Tiefenwachstums in den Wurmröhren wählen und daß der Geotropismus von geringerer Bedeutung sei, als die Botaniker annehmen, da die Wurzel im freien Lande den schon natürlich vorgebildeten Wegen folgten. Diese Ansicht hält jedoch den neueren Forschungen nicht stand, worauf besonders Keup[3]) hingewiesen hat.

Eine wesentliche Förderung brachte die 1881 erschienene Arbeit von Darwin[4]). Zwar hatte Darwin schon 1837 Beobachtungen über die Regenwürmer angestellt, doch blieb die kurze Abhandlung unbeachtet. Erst als Greis nahm er die Arbeit auf diesem Spezialgebiet wieder auf. Ein Jahr vor seinem Tode erschien seine grundlegende Monographie, in der Darwin wohl die ganz gewaltige Bedeutung der Regenwürmer und ihrer Röhren für das Pflanzenwachstum darlegt, aber die der Wurmröhren für

[1]) H. Thiel, 138.
[2]) H. Thiel, 139.
[3]) Keup, 45, S. 555.
[4]) Darwin, 16.

die Wurzeln nur streift. Erst der deutsche Physiologe Viktor Hensen stellte bei seinen Untersuchungen[1]) als Hauptnutzen der Regenwürmer in den Vordergrund, daß nur durch die Gänge derselben den Wurzeln ein Vorwärtsdringen in größere Tiefen möglich sei. „Das besondere Interesse, das sich an die Biologie des großen Regenwurmes (Lumbricus terrestris, Anm. d. Verf.) knüpft, liegt nun darin, daß in etwa der Hälfte der nicht ganz frisch gegrabenen Röhren sich Wurzeln von den auf der Oberfläche wachsenden Pflanzen finden. Diese Röhren müssen in der Tat dem Wachstum der Wurzeln sehr günstig sein. Ist nämlich einmal eine Wurzelfaser in ein solches Rohr eingetreten, so kann sie, ihrer Schwere folgend, in der feuchten, an Kohlensäure und wahrscheinlich auch an Ammoniak reichen Luft des Ganges fortwachsen, ohne auf den geringsten Widerstand zu treffen und findet dabei feuchte, lockere und fruchtbare Erde (die an den Wandungen der Röhre angesetzten Exkremente des Wurmes), deren qualitative Zusammensetzung sich nicht von der mehrjähriger Blättererde unterscheidet, im Überfluß.

Kaum dürften günstigere Bedingungen für das Wachstum der Wurzeln von Landpflanzen zu finden oder anzugeben sein.“[2])

Thiel führt an, daß es bei seinen Untersuchungen über die Verbreitung der Wurzeln auf einem abgeernteten Kornfelde mit gelbem, lehmigem Sande nicht möglich war, Wurzeln außerhalb der Röhren von Regenwürmern in lehmigem Untergrunde nachzuweisen, während er in denselben eine große Anzahl traf. Er gibt als Beweis für seine Ansicht an, daß wohl „die Pfahlwurzeln und überhaupt solche Wurzelformen, die mit dickerer Spitze vorwärtswachsen, sich selbst den Weg in den Untergrund bahnen können; dagegen werden die feinen und biegsamen, zwirnsfadendünnen Saugwurzeln wie die des Getreides den Weg in die Tiefe schwerlich anders gewinnen können als durch solche vorgebahnten Wege.“[3])

Er erkennt also den Geotropismus allein nicht als genügende Erklärung für großen Tiefgang der Wurzeln an, sondern schreibt den abwärts führenden Röhren der Regenwürmer den Einfluß zu, daß in ihnen überhaupt erst die primäre Ursache zum Ab-

[1]) Hensen, 38, S. 669ff. und S. 84.
[2]) Hensen, 38, S. 669.
[3]) Gleisberg, 26, S. 248.

wärtswachsen der Wurzeln in größere Tiefen zu suchen sei. „Also nur da, wo Regenwürmer sich finden, werden die Wurzeln einjähriger Gewächse tief in den Untergrund eindringen können.“[1]) „Dabei wird aber nicht berücksichtigt, daß die Wurzeln, wenn sie auf eine solche Röhre treffen, ohne die Wirkung eines gewissen Geotropismus unter Umständen ebenso nach oben wachsen könnten, wie sie es in Wirklichkeit stets nach unten tun. Daß weiter aber tatsächlich bei dem Wachstum der Pflanzen stets das Bestreben herrscht, daß der Stengel in der Richtung der Zentrifugalbeschleunigung wächst, die Wurzel aber in entgegengesetzter Richtung, ist durch die von Botanikern häufig angestellten Versuche nachgewiesen, in denen man Pflanzen von verschiedenster Art auf dem Umfang eines beständig rotierenden Rades kultivierte. Dabei wuchsen stets die Wurzeln nach dem Mittelpunkte der Bewegung zu, in der gleichen Weise wie die in der Erde lebenden Wurzeln als Hauptrichtung die nach der Mitte der Erde innehalten. Da sie aber nicht bloß geotrop, sondern auch hydrotrop, der Feuchtigkeit nachwachsend, und trophotrop, der Nahrung nachgehend sind, weichen sie öfters von der senkrecht nach unten zeigenden Richtung ab.

Daß also das Hinabwachsen der Pflanzenwurzeln in größere Tiefen unmöglich allein durch das mehr oder weniger zufällige Vorhandensein der Gänge von Regenwürmern veranlaßt sein kann, daß es vielmehr als in einem bestimmten Lebensgesetze der als lebender Organismus zu betrachtenden Pflanze begründet anzusehen ist, darüber kann wohl nach dem oben Gesagten kein Zweifel mehr sein.“[2])

Daß schwache Pflanzenwurzeln den bedeutenden Widerstand eines gewöhnlichen, oft auch außerordentlich harten Untergrundes überhaupt überwinden können, weisen die Versuche Pfeffers[3]) nach. Die Turgorenergie, mittels deren die Pflanzen diese Kraftleistung zustande bringen, beträgt in wachsenden Zellen 4—15 Atmosphären (4—15 kg pro qcm), bei mechanischer Hemmung aber noch bis um $^1/_3$ mehr. Selbst in den dünnen Keimwurzeln

---

[1]) Hensen, 38, S. 670.
[2]) Holdefleiss, 41, S. 186ff.
[3]) Pfeffer, 97.

wird nach Pfeffer ein Druck von mehreren 100 g pro Wurzelquerschnitt ausgeübt. „So erklärt es sich, daß nach demselben Beobachter die Keimwurzeln von Vicia faba, die einen Maximalaußendruck von 300—400 g beim Vordringen entwickeln im zähen Lehmboden, der ihnen durchschnittlich einen Widerstand von 100—120 g entgegensetzt, fast ebenso schnell vorwärtswachsen wie in Wasser. Bei den Wurzeln von Zea mays u. a. stellte Pfeffer eine Druckkraft bis zu 10 Atmosphären in der Längsrichtung und 6 Atmosphären in der Querrichtung fest. Dabei nehmen die Turgorkräfte langsam nach der Spitze hin zu, wo sie ihre Maximalzone erreichen. Mit der Zone größter Turgorspannung fällt, wie dies Haberlandt[1]) grundlegend nachgewiesen hat, die Zone größter geotropischer Sensibilität zusammen. Aus diesen Tatsachen folgt aber, daß alle Wurzeln mit ansgesprochen geotropischer Reizbarkeit, also alle primären, zum Teil auch noch die sekundären (plagiotropen) Wurzeln, mit ihrer ganzen Turgorkraft den Weg in die Tiefe suchen müssen."[2])

Holdefleiss kommt zu der Folgerung: „Eine bloße, a priori angestellte Erwägung, daß es nicht recht denkbar sei, wie die feinen Wurzeln ohne Hilfe der Regenwürmer in die Tiefe gelangen könnten, hat also noch keine Beweiskraft und führt bei der vorliegenden Frage nicht zum Ziele. Es steht vielmehr fest, daß selbst auch sehr feine Wurzeln ohne vorgebahnte Wege in verhältnismäßig feste Bodenschichten eindringen können. Man kann dagegen wohl annehmen, daß die Wurzeln nur insoweit in die Gänge der Regenwürmer hineinwachsen, als sie in denselben Feuchtigkeit finden, ähnlich, wie sie auch oft zahlreich in Drainröhren eindringen. Wo die Wurzel aber in der Regenwurmröhre keine Feuchtigkeit und andere Nährstoffe mehr findet, da wird sie, seitwärts ausbiegend, wieder in die umstehende Erdmasse eindringen, soweit ihr nicht dabei durch die glatt verklebte Wand der Zugang versperrt wird. Ist dies der Fall, so wächst sie auf der Suche nach einer Stelle, wo sie zum Eindringen haften kann, verhältnismäßig schnell abwärts. Auf diesem Wege aber kann sie keine Nahrung außer Wasser aufnehmen, wie ja auch der angeblich hohe Wert der Regenwurmexkremente als an Pflanzen-

[1]) Haberlandt, 32, S. 34.
[2]) Keup, 45, S. 555.

nährstoffen sehr reichem Material zum mindesten sehr zweifelhaft ist; jedenfalls ist ein Vergleich derselben mit 2—3jähriger Blättererde, wie ihn Hensen zieht, nicht berechtigt.“[1])

Ebenso wie Holdefleiss wiesen Kühn[2]) und Djemil[3]) die Ansichten Hensens über die alleinige Bedeutung der Wurmröhren für das Tiefenwachstum der Pflanzenwurzeln zurück; Kühn äußert sich folgendermaßen dazu: „Das tiefere Eindringen eines Teiles der Wurzeln in den ungelockerten Untergrund ist keineswegs lediglich durch Wurmröhren bedingt; sondern schon durch die in dem Boden in der Regel häufig vorkommenden Spaltungen und Poren ermöglicht. Diese tiefer nach unten verlaufenden Wurzeln werden ohne Zweifel Nährstoffe auszunützen vermögen; als Hauptaufgabe aber dürfte ihnen die Wasserversorgung zufallen, durch die die Pflanzen befähigt werden, trockene Witterungsperioden besser zu überstehen.“

Einen ablehnenden Standpunkt nimmt ebenfalls Djemil ein. Seinen Untersuchungen ist aber entgegenzuhalten, daß der Boden in den benutzten 1 m tiefen und 20 cm weiten Tonröhren nicht dem des freien Landes entsprach; denn der gesamte Boden: a) humusreicher, sandiger Lehmboden, b) schwerer Lehmboden, c) humusreicher grobkörniger Sandboden „war gleichmäßig durch ein 5 mm-Sieb gegangen, so daß alles gröbere Gestein abgesondert war. Außerdem wurde er vor der Einfüllung in die Töpfe in einem Trockenschranke einer Temperatur von über 100° C. während zirka 2 Stunden ausgesetzt, um etwa im Boden vorhandene Embryonen von Regenwürmern abzutöten“.[4]) Ferner wurden die Gefäße nicht, wie das freie Land, dem Einfluß der natürlichen klimatischen Niederschläge überlassen, sondern regelmäßig begossen. Es dürfte diese künstliche Zusammensetzung des Bodens wie seine regelmäßige künstliche Bewässerung und dazu die willkürliche Besetzung mit Regenwürmern (je eins von den 9 Paaren der Versuchstöpfe wurde mit 50 Regenwürmern besetzt) eine ganz andere Entwicklung des Wurzelsystems wie im freien Lande zur Folge haben.

---

[1]) Holdefleiss, 41, S. 188.
[2]) Kühn, 59, S. 162.
[3]) Djemil, 19, S. 11 ff.
[4]) Djemil, 19, S. 15.

Die Folgerung, „die Wurzelverbreitung war in den 1 m hohen Töpfen vollständig normal wie etwa im freien Lande“[1]) dürfte zurückzuweisen sein. Dafür spricht auch die Tatsache, daß die Wurzeln sowohl in als auch außerhalb der Wurmröhren die 1 m mächtige Erdschicht nicht durchdringen konnten. Es sind überhaupt alle Untersuchungen und Ausgrabungen von Wurzelbildungen abzulehnen, die von den natürlichen Verhältnissen abweichen, weil sie nicht unter den Bedingungen des „gewachsenen“ Bodens gediehen sind; denn „es gelingt trotz der größten Sorgfalt nicht, eine Dichtigkeit der Lagerung des Bodens zu erzielen, wie sie auf dem freien Felde in den tieferen Schichten vorhanden ist. Darauf deutet schon das Einsinken des Bodens um 10 bis 12 cm hin. Die Wurzeln werden daher in der Tiefe vielleicht etwas weniger Widerstand finden als auf dem freien Felde.“[2]) Schulze-Breslau gibt selbst zu, „daß Einsiedlerpflanzen (d. h. solche Pflanzen, die in Röhren oder Gefäßen zwecks Umgehung der fast unmöglichen Arbeit der verlustlosen Wurzelisolierung im freien Lande gezogen wurden) nicht immer den Typus einer Normalpflanze haben können.“[3])

Er selbst benutzte aber Zellen mit 60 × 60 cm lichtem Innenraum und 2 m Tiefe, die an drei Seiten von gut zementiertem Mauerwerk begrenzt, an der vierten Seite offen und mit Erde gefüllt waren. Die Wurzelentwicklung wird hier kaum der unter den Verhältnissen des gewachsenen Bodens gediehenen Pflanzen entsprechen, wenn auch die 2 m tiefe Erdschicht der Zellen mit dem unteren Ende auf natürliches Erdreich stößt, so daß die Wurzeln ungehindert in die Tiefe wachsen können. Das Einfüllen der Erde, „die durch Einstampfen, eventuell unter Wasserzusatz, in eine dem natürlichen Boden möglichst gleichartige Dichte der Lagerung gebracht wird“,[4]) kann viele Bedingungen für ein bequemes Tiefenwachstum der Wurzeln im freien Lande nicht erfüllen. Gehalt an alten Wurmröhren, an abgestorbenen Wurzeln perennierender Gewächse, an Gesteinslagerungen und chemischen Veränderungen, namentlich in größeren Tiefen, insbesondere auch an natürlichen Wasseradern wird hier mehr oder

[1]) Holdefleiss, 41, S. 195.
[2]) Schulze, 121, S. 9.
[3]) Ders., 121, S. 6.
[4]) Ders., 121, S. 7.

weniger förderlich sein. Namentlich dürfte ganz erschwerend ins Gewicht fallen, daß jeglicher Einfluß der wühlenden und grabenden Kleintiere im Boden fehlt, also besonders der der Regenwürmer, der Enchyträiden, der Nematoden, der Colembolen, Myriapoden, Maulwürfe, Insekten und deren Larven, insbesondere Käfer, ferner Ameisen, Termiten.[1]) Es wird die Entwicklung der Wurzeln in der 2 m künstlich aufgefüllten Erdschicht in den Zellen ganz abweichend von der im gewachsenen Boden verlaufen. Auffallend ist z. B. der peinlich geradlinige Verlauf der Wurzeln aller untersuchten Pflanzen, die Schulze in den Zellen anbaute (s. Festschrift, Tafel I—XX).

Nur die Ausgrabung von Wurzeln im freien Lande[2])[3]) kann uns ein vollständiges Bild ihrer Entwicklung geben. Die ungeheure Wichtigkeit der Beobachtung und Untersuchung dieser Organe, deren Arbeit allein die Steigerung des Ertrages an oberirdischen Pflanzenorganen und damit der Ernten unserer heimatlichen Scholle zu verdanken ist, erfordert eine Anwendung anderer besserer Methoden, die aufzufinden das Ziel künftiger Wurzelerforschung sein muß.

Aus ähnlichen Gründen dürften auch die Topfversuche für Wurzeluntersuchungen keine sicheren Zahlen ergeben. Das geht deutlich hervor aus den Untersuchungen von Hellriegel[4]), Lindley[5]), Sachs[6]) und v. Pistohlkors[7]), auf die hier deshalb nur verwiesen zu werden braucht.

Über die Bedeutung der Wurmröhren in einem Untergrunde, in dem die Atmosphärilien den festen Verband verkitteter Schichten nicht zu lockern vermögen, sagt R. Goethe[8]), daß in solchen Fällen das Anlangen der Wurzelspitze in der Röhre eines Wurmes gleichbedeutend ist mit der mühelosen Durchwachsung der Schicht.

Wenn er bei seinen Untersuchungen auch eine größere Zahl unbenutzter Wurmröhren fand, so erklärt er das damit, daß nur

---

[1]) Ramann, 102, S. 138.
[2]) Rotminstroff, 108, S. 515.
[3]) Dehèrain, 17, S. 12 a.
[4]) Hellriegel, 37, S. 119 ff.
[5]) Lindley, 66a, S. 189.
[6]) Sachs, 117, S. 201, 117a, S. 171.
[7]) v. Pistohlkors, 98, S. 102.
[8]) R. Goethe, 28, S. 30 ff.

primäre Wurzeln senkrecht in die Tiefe zu wachsen bemüht sind, während die sekundären, geotropen Wurzeln die Neigung zu seitlichem Wachstum in sich tragen, der sie, selbst wenn sie in einer Wurmröhre ein Stück senkrecht hinuntergewachsen sind, doch immer wieder folgen werden, sobald eine Öffnung in der Röhrenwand Gelegenheit dazu bietet."[1]) (Holdefleiss, l. c. S. 188.)

„Sind also die Regenwürmer (und damit die Wurmlöcher) nicht die unbedingt notwendige Vorbedingung für die Tiefenerreichung aller Wurzeln, so sind sie doch zum mindesten Förderer derselben und sicherlich Ersparer von Energieaufwendungen im Haushalt der Pflanzen. Die Bedeutung des letzteren Dienstes ist ohne weiteres durch den erleichterten Stoffansatz für das Ernteergebnis klar."[2])

Zu ganz anderen Ergebnissen gelangte der russische Forscher Wyssotzky, der in sorgfältigen, leider wenig bekannten Untersuchungen feststellte, daß in den Steppenländern des südlichen Uralgebietes die dort vorherrschende große Regenwurmgattung Allolobophora mariupoliensis für das Pflanzenwachstum von allergrößter Bedeutung ist.[3])

Zwar gibt es einige Tiere, wie Maulwürfe und Mäuse, die den dortigen sehr harten Untergrund mit ihren Gängen durchwühlen können; da sie aber höchstens bis zu einer Tiefe von 4 m hinabsteigen, benutzen die Wurzeln mit Vorliebe die 5 bis 7 mm weiten Röhren des genannten Regenwurms, der bis 8 m in die Tiefe geht und dessen Röhrenzahl ganz bedeutend ist. So kamen nach Beobachtungen von Wyssotzky im Weliko — anatolischem Gebiet auf die Fläche eines horizontalen Schnittes von 1 qm in der Tiefe von 1 m 525 leicht sichtbare Gänge.[4]) „Die Wurzeln werden durch die Gänge erst, wie die Beobachtungen Wyssotzkys gezeigt haben, in den Stand gesetzt, in solche Tiefen in den Untergrund hinabzugehen, daß sie auch in den Zeiten der Dürre noch genug Feuchtigkeit finden. Nachstehende Tabelle kann eine Vorstellung davon geben, in welcher Zahl die Wurzeln tatsächlich diese wichtigen, ihnen von den Würmern eröffneten Wege benutzen:

[1]) R. Goethe, 28, S. 34.
[2]) Keup, 45, 567 f.
[3]) Heymons, 40, S. 120 ff.
[4]) Kossowitzsch, 52, S. 246.

Auf einzelnen Flächen zu 200 qcm	Zahl der Wurmgänge	Sonstige Gänge	Gänge mit Wurzeln	Wurzeln außerhalb der Gänge
1.	6	1	—	—
2.	9	2	2	—
3.	10	4	1	1
4.	8	5	3	—
5.	7	5	4	—
6.	13	4	1	—
7.	7	2	1	—
Im ganzen auf der Fläche von 1400 qcm . . .	59	23	12	1
Umgerechnet auf 1 qm .	421	161	85	7.[1])

Wyssotzky hat also festgestellt, daß nur $^1/_{12}$ aller Wurzeln außerhalb der Wurmröhren in die Tiefe wuchs und daß $^3/_4$ aller Gänge Wurmröhren darstellen. Er hat aber weiter die gewaltige Bedeutung der Regenwürmer für den Wald und namentlich für die Anforstungen hervorgehoben. Steppenland in Waldland umzuwandeln gelingt nach ihm nur auf Grund des Vorhandenseins genannter Regenwurmart; „denn, wie sich gezeigt hat, sind selbst die Wurzeln der Waldbäume nicht fähig, den harten Untergrund zu durchdringen, sondern können nur unter Benutzung der im Boden vorhandenen Wurmgänge die nötige Tiefe erreichen, die ihnen das Gedeihen in der trockenen Steppenregion gestattet.“[2]) Wir lernen hier ein besonders drastisches Beispiel hinsichtlich der Abhängigkeit der Vegetation von den Regenwürmern kennen. „Ohne jene großen Regenwürmer gibt es in der dortigen Gegend keinen Wald; denn wenn aus irgend welchen Gründen diese wichtigen Würmer überhaupt aussterben sollten, so wird auch die gegenwärtig dort vorkommende Steppenvegetation mindestens größtenteils dem Untergange anheimfallen, und es müßte schließlich an die Stelle der Steppe die kahle Wüste treten.“[3]) Auch Thatschenko beobachtete, „daß von Tieren (namentlich kleinen Nagetieren, wie kleine Blindmaus, Zieselmaus, Bobak, Hamster und verschiedene andere Mäusearten) verlassene sogenannte „Maulwurfsgänge“ als Bahnen dienen, auf denen die Pflanzenwurzeln in die Tiefe dringen.“[4])

[1]) Wyssotzky, 166, S. 121.
[2]) Heymons, 40, S. 121.
[3]) Ders., 40, S. 122.
[4]) Thatschenko, 136.

Auch andere Beobachter haben gefunden, daß Regenwürmer sich sehr tief in die Erde graben. So erwähnt Meyer: „Ich habe in Ungarn bei einer Ziegelei der Staatsdomäne Kister an einer senkrechten Wand beobachtet, daß derartige Röhren bis in eine Tiefe von $6^1/_3$ m hinabgetrieben waren, in denen ich den Wurm, im Lager sitzend, gefunden habe. Ich habe auch im Banat im schweren schwarzen Lehmboden auf mehreren Stellen bis zu 4 m Tiefe die Röhren und in denselben die Würmer gefunden".[1]) Darwin fand als größte Tiefe 66 Zoll,[2]) gibt aber an, daß in Norddeutschland die Würmer nach Hoffmeister eine solche von 7—8 Fuß erreichen. Ebenso konstatierte Goethe[3]) einen Tiefgang der Regenwürmer über 3 m. von Lengerke[4]) stellte gelegentlich einer Ausschachtung fest, daß Röhren von Regenwürmern, die durch ihre mit schwarzem Humus und Wurmexkrementen ausgepolsterten Wände in dem weißen Sand leicht erkenntlich waren, senkrecht bis zu einer Tiefe von 8 Fuß hinabreichten. Die Wurzeln waren bis zu gleicher Tiefe in diesen Röhren hinabgestiegen, während sie den Sand mieden; denn die Röhren boten ihnen Nahrung und erleichterten das Abwärtswachsen. v. Lengerke fand pro Quadratfuß mindestens 6 Wurmgänge, die den Pflanzen als Speisekammer zur Verfügung stehen, in denen sie ihre Wurzeln hinabsenden und zwar bis zu einer Tiefe, wohin der Pflug nimmermehr zu dringen vermag. Daß dieser Umstand von ganz besonderer Bedeutung für den schweren und schwersten Boden ist, leuchtet um so mehr ein, als den Wurzeln dadurch die Möglichkeit geboten wird, nach Nahrung und Wasser suchend, so tief hinabzudringen. Es ist auch wahrscheinlich, daß die Erscheinung der sogenannten Kleemüdigkeit und die Tatsache, daß die Tiefwurzler immer nur nach einer gewissen Reihe von Jahren auf sich selbst folgen dürfen, hiermit in Zusammenhang gebracht werden kann. Wenn nämlich der Klee oder die Zuckerrübe mit ihren tief hinabreichenden Wurzeln die in den Wurmröhren enthaltene Nahrung aufgesogen haben, dann bedarf es einer gewissen Zeit, bis der Regenwurm neue Röhren mit frischer Pflanzenspeise

---

[1]) Meyer, 74a, S. 93.
[2]) Darwin, 16, S. 62.
[3]) Goethe, 28.
[4]) v. Lengerke, 62a, S. 445.

gleichsam als „Koch der Pflanze“ hergestellt oder alte Röhren aufs neue damit versehen hat.

Mitscherlich ist der Meinung, daß der Regenwurm in größeren Tiefen nicht eigene neue Gänge gräbt, sondern „daß er bei seinen Exkursionen in die tieferen Bodenschichten mehr den absterbenden Wurzeln unserer Tiefwurzler nachgeht und so die durch sie geschaffenen Hohlräume erweitert.“[1]) Mitscherlich erkennt die Bedeutung der Wurmröhren als Wege für die Pflanzenwurzeln in größere Tiefen an: „Ähnlich wie viele tief wurzelnde Kulturpflanzen als Pioniere den Untergrund anderen Pflanzen zugänglich machen, ähnlich sind auch die Regenwürmer tätig.“[2])

„Alles was der Pflanzenwurzel erschwert, in tiefere Bodenschichten einzudringen, wie der Gehalt des Bodens an Steinen, an grobem Sand und anderem mehr, erfordert einen reichen Energieaufwand und vermindert damit den Ertrag. Findet also die Wurzel keine Hindernisse, sondern schon geebnete Wege, also auch Wurmröhren vor, dann wird sie leichter in um so größere Tiefen hinabsteigen.“[3])

Ramann gibt den Tiefgang der Regenwürmer auf 2 m und mehr an; „die großen Formen der europäischen Regenwürmer gehen bis 5 und selbst 7 m tief“[4]) (s. Wyssotzky, a. a. O. S. 64). Auch v. Seelhorst stellte Untersuchungen über den Einfluß der Wurmlöcher auf die Zahl und den Tiefgang der Wurzeln an und fand, „daß ein Zusammenhang zwischen der Zahl der Wurmlöcher und der Zahl und dem Tiefgang der Wurzeln nicht konstatiert werden konnte“, allerdings mit der Einschränkung, „daß in den Tiefen die noch nachweisbaren Wurzeln häufiger in den Wurmlöchern gefunden werden, ohne daß das Vorkommen der Wurzeln in den Wurmlöchern als Beweis dafür angesehen werden könne, daß sie dieser hier unbedingt bedurft hätten“.[5]) Bei Betrachtung dieser Ergebnisse von Seelhorsts darf nicht übersehen werden, daß es sich um Frühkartoffeln handelt, die in 75 cm Tiefe keine Wurzeln mehr aufwiesen, ja, deren Wurzeln nach v. Seelhorsts Angaben[6]) schon bei 40 cm zu Ende waren; außerdem konnte

[1]) Mitscherlich, 76, S. 105.
[2]) Ders., 76, S. 105.
[3]) Ders., 76, S. 105.
[4]) Ramann, 101, S. 487.
[5]) v. Seelhorst, 127, S. 95.
[6]) Ders., 127, S. 95.

bereits in 25 cm Tiefe die Zahl der Wurmlöcher nicht sicher ermittelt werden, weil der Boden zu locker war.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommt Kassnitz, der folgendes angibt: „Die von Hensen aufgestellte Behauptung, daß die Pflanzenwurzeln den von Würmern vorgegrabenen Röhren folgten, kann ich nicht bestätigen; es mag sein, daß ein Teil der früheren Wurmröhren, in die Wurzeln hineingewachsen waren, zugeschlämmt worden sind, so war doch leicht festzustellen, daß die Wurzeln, besonders auch die Nebenwurzeln, auch ohne Wurmröhren ihren eigenen Weg gegangen waren.“[1]) Beckmanns Untersuchungen ergaben, „daß die Hohlräume nicht auf die Wirkung von Würmern zurückzuführen zu sein brauchen; aber doch kann die Verbreitung der Wurzeln einer nachfolgenden Vegetation in einem dichten Untergrund gefördert werden“.[2])

Bei unseren Untersuchungen fanden wir, daß der Teil des Versuchsfeldes, der uns zugewiesen worden war, einen verhältnismäßig hohen Feuchtigkeitsgrad namentlich in größerer Tiefe aufwies. Es scheint besonders der Wassergehalt des Erdreichs für das Gedeihen der Regenwürmer unerläßlich zu sein. „So teilt Goethe mit, daß er in dem reich gedüngten Schieferboden des Rüdesheimer Berges bei 1 m Tiefe 9—12 Würmer auf den Quadratmeter gefunden habe, während sich an trockenen Stellen der Rheinebene nur 2—3 Regenwürmer auf einer entsprechenden Fläche gezeigt hätten. In Getreideböden bleibt nach Ramann ihre Zahl meist gering und nur an feuchten Stellen zeigen sie sich dort häufiger. In Heidegegenden fehlen sie fast gänzlich.“[3])

Darwin gibt an, daß die riesenhaften, turmartigen Exkrementhaufen indischer Regenwürmer in jenen Tropenländern nur während der Regenzeit ausgeworfen wurden, daß sich aber während der heißen Jahreszeit die Würmer in eine größere Tiefe einbohren.[4]) Doflein[5]) fand während des Feldzuges in Mazedonien keine Regenwürmer; dieses gänzliche Fehlen hängt mit dem heißen (60 bis 70° C. in den Monaten Juli bis September) und trockenen Sommer wie mit der Bodenbeschaffenheit (Mangel jeglicher Humusschicht

[1]) Kassnitz, 44, S. 315.
[2]) Beckmann, 2.
[3]) Heymons, 40, S. 101.
[4]) Darwin, 16, S. 70.
[5]) Ude, 148, S. 165.

auf den Felsen) zusammen. Der reiche Gehalt unseres Versuchsfeldes an Regenwürmern war schon äußerlich gekennzeichnet durch eine große Menge von Wurmröhren, die den Boden wie ein grobmaschiges Sieb durchlöcherten.

Besonders zahlreich traten die Wurmröhren in größerer Tiefe auf, wo toniger Lehm anstand; denn während bei der Entnahme schon der ersten Gruppen unserer Kartoffeln gefunden wurde, daß fast alle Wurzeln über 1 m Tiefe den Wurmlöchern nachgegangen waren, erreichten die Wurzeln der letzten Gruppen ihre größte Tiefe nur mit Hilfe der Wurmröhren. Es konnte bei diesen letzten Gruppen fast keine Hauptwurzel festgestellt werden, die außerhalb eines Wurmloches in diese große Tiefe von über 2 m vorgedrungen wäre; die Wurzel mit dem größten Tiefgang, die sich ihren Weg im gewachsenen Boden gebahnt hatte, fand sich bei Gruppe VII, Pflanze Nr. 6, sie erreichte eine Tiefe von 140 cm.

Im folgenden sei eine Aufstellung der Gruppen I—IX bezüglich ihrer Hauptwurzeln mit und ohne Wurmröhren gegeben:

Gruppe	Zahl der Hauptwurzeln	davon in Wurmlöchern	%	davon im freien Lande	%
I . . .	211	28	13,27	183	86,73
II . . .	310	105	33,87	205	66,13
III . . .	333	189	56,75	144	43,25
IV . . .	339	223	65,78	116	34,22
V . . .	344	237	68,89	107	31,11
VI . . .	361	300	83,11	61	16,89
VII . . .	407	371	91,15	36	8,85
VIII . . .	419	383	94,09	36	5,91
IX . . .	413	390	94,43	23	5,57
Summe	3137	2226		911	
Verhältnis			70,96		29,04

Es ergibt sich, daß schon bei Gruppe I, deren Wurzeln eine Durchschnittstiefe von 0—10 cm erreichen, und bei der nur 2 Wurzeln in einer Tiefe von 70—60 cm angetroffen wurden, 13,27 %, also ziemlich $^1/_5$ aller Wurzeln seinen Weg in Wurmröhren abwärts sucht; in Gruppe II sind es 33,87 %, und bei Gruppe III steigt der Prozentsatz sofort auf 56,75 %. Dann bewegt sich die Zahl in stetig aufsteigendem Ast bis Gruppe IX, wo sie mit fast 95 % ihren Höhepunkt erreicht; nur 23 von 413 Hauptwurzeln dieser Gruppe wählten zu ihrem Tiefenwachs-

tum nicht den bequemen Weg der Wurmröhren. Es nimmt also die Zahl der in ihnen hinabsteigenden Wurzeln ständig zu, und bei den Gruppen VII—IX findet sich beinahe keine Hauptwurzel im freien Boden. Vielmehr sehen wir, daß auf dem Versuchsfeld der Universität Göttingen 70 % aller Hauptwurzeln in Wurmröhren abwärts gehen. Die ganz gewaltige Bedeutung derselben ist aus dieser Tatsache deutlich zu erkennen. Kläsener[1]), der seine Arbeiten ebenfalls auf dem Göttinger Versuchsfeld ausführte, fand bei 10 Pflanzen „Göttinger Industrie", die er in der Zeit vom 24. 9. bis 2. 10. aus dem Boden grub, daß von 388 Hauptwurzeln 186 in Wurmlöchern abwärts gegangen waren, also 40,72 %; bei der Gruppe „Ebstorfer Up to date", ebenfalls 10 Pflanzen, von 304 Hauptwurzeln 127 gleich 41,77 %.

Der Unterschied in den Ergebnissen dürfte darin zu suchen sein, daß Kläsener auf einem anderen Stück des Versuchsfeldes, das vielleicht weniger stark mit Regenwürmern besetzt ist, seine Ausgrabungen anstellte und ferner, daß er zu einer anderen Zeit dieselben vornahm. Außerdem darf nicht übersehen werden, daß unsere Untersuchungen in einem mit Niederschlägen sehr gesegneten Jahr, dem ein ebenso feuchtes Jahr vorausgegangen war, vorgenommen wurden. In derartigen nassen Jahren sind Zahl, Bewegungen und Aufenthaltsort der Regenwürmer ganz andere wie in Zeiten großer Trockenheit. Es dürfte die Frage von großem Interesse sein, wie sich die Verhältnisse in extrem trockenen Jahren auswirken.

Leider war in der bekannten Literatur über die spezielle Frage der Bedeutung der Wurmröhren für die Wurzeln nur das Zahlenmaterial von Wyssotzky[2]) zu finden; aus diesem konnte errechnet werden, daß auf 100 Wurzeln in Wurmröhren 8,23 Wurzeln im freien Boden kommen, daß also ein Verhältnis von 100 zu 8,23 besteht, während aus den vorliegenden Untersuchungen ein solches von 100 : 29,04 resultiert.

Oft wurde bei unseren Ausgrabungen gefunden, daß Wurzeln von Kartoffeln mit solchen anderer Pflanzen gemeinsam ihren Weg in die Tiefe nehmen. So fand sich in Gruppe III bei Pfl. Nr. 2 eine Kartoffelwurzel in Gesellschaft mit einer Distelwurzel in einem Wurmloch vor. Erstere schmiegte sich allen Biegungen

[1]) Kläsener, 46, S. 25, S. 43 f.
[2]) Heymons, 40, S. 120.

der letzteren an. Während sie bei einer Tiefe von 1,41 m endete, vermochten wir die Distelwurzel bis über 3 m tief zu verfolgen, ohne ihr Ende erreicht zu haben. Ebenso trafen wir in Gruppe III bei Pfl. Nr. 3 eine Kartoffelwurzel von 1,16 m Tiefgang mit einer Distelwurzel in einem Wurmloch an. Es konnte auch öfter die Tatsache beobachtet werden, daß sich in den von uns verfolgten Wurmröhren, in denen Wurzeln ihren Weg abwärts nahmen, Regenwürmer vorfanden, die sich allerdings mit einer viel größeren Schnelligkeit, als mit welcher der Wurmgang freigelegt werden konnte, in die Tiefe zurückzogen. Meist wiesen derartige besetzte Wurmröhren recht feuchte Wände auf.

Viele Wurzeln, die ihren Weg in einem Wurmloch abwärts nahmen, teilten sich später in mehrere parallel in die Tiefe laufende, oft recht verfilzte Stränge. So spaltete sich in Gruppe II bei Pfl. Nr. 10 eine Wurzel von 84 cm Tiefgang in 5 einzelne Wurzeln, ebenso in Gruppe III bei Pfl. Nr. 7 eine Wurzel von 52 cm Tiefgang in 7 kleine Wurzeln, deren längste 8,8 cm erreichte. In Gruppe III teilte sich bei Pfl. Nr. 8 eine Wurzel bei 88,6 cm Tiefgang in 4 Wurzeln, von denen 2 eine Tiefe von je 1,12 m, eine einen Tiefgang von 1,14 m und eine von 1,17 m aufwies. In Gruppe IV bei Pfl. Nr. 5 fand sich eine Wurzel von 1,05 m Tiefgang mit 4 Endwurzeln, ebenso in Gruppe IV bei Pfl. 9 eine solche von 86 cm Tiefgang mit 3 Wurzeln, deren eine sogar 1,10 m erreichte. Eine Wurzel von Pfl. Nr. 2 in Gruppe V mit einem Tiefgang von 1,39 m zeigte 4 Endwurzeln.

Die Ursache solcher Verzweigungen konnten wir nicht feststellen. Wir fanden ferner, daß mehrere Wurzeln ein gemeinsames Wurmloch benutzten. Sie erschienen wie ein dicker Strang, wie ein Tau, das aus mehreren Teilen zusammengesetzt war und meist frei in die Tiefe wuchs. Es folgt eine Aufstellung über einige solche Wurmröhren:

	Eine Wurzel je Röhre % der Fälle	Mehrere Wurzeln je Röhre % der Fälle	Durchschnittl. Zahl b. mehreren Wurzeln je Röhre
Gruppe II . .	92,38	7,72	3,0
„ III . .	94,18	2,82	4,5
„ IV . .	97,31	2,69	5,0
„ V . .	97,89	2,11	3,5
„ VI . .	98,67	1,33	3,5
„ VII . .	98,92	1,08	4,0
„ VIII .	99,48	0,52	4,5
„ IX . .	99,24	0,76	4,0

Diese Beobachtungen lassen deutlich erkennen, wie die Wurzeln bestrebt sind, den bequemsten und nächsten Weg in die Tiefe zu suchen.

In Gruppe III bei Pfl. Nr. 1 wurde eine Wurzel gefunden, die nach Erreichung einer Tiefe von 34 cm von der Vertikalen abbog und 41 cm in horizontaler Richtung ihren Weg suchte. Dieselbe Pflanze wies eine Wurzel auf, die bei einem erreichten Tiefgang von 72,5 cm plötzlich senkrecht emporwuchs, ebenso wie eine Wurzel bei Pflanze Nr. 4 Gruppe III, die ihr ca. 5 cm langes Endstück nach oben gerichtet hatte. Auch für diese allen Wachstumsgesetzen zuwiderlaufenden Wuchsformen konnte keinerlei Erklärung gefunden werden. Es wurden auch einige Wurzeln freigelegt, die in dicht mit Humus oder vermodernden Stoffen angefüllten, vom braunen Untergrund sich schwarz abhebenden Röhren abwärts wuchsen. Wahrscheinlich waren letztere als alte, nicht mehr benutzte und deshalb zugeschüttete Wurmröhren oder mit Überresten früherer Tiefwurzeln angefüllte Wurzelgänge zu deuten.

Jedenfalls aber zeigten diese Tatsachen, wie die merkwürdigen Funde, daß eine Wurzel durch einen ca. 40° zur Senkrechten liegenden, anscheinend von einem Pferde stammenden Röhrenknochen in einer Tiefe von ca. 160 cm hindurchgewachsen war und ferner daß eine andere Wurzel ihren Weg durch die Höhlung eines Kalksteines genommen hatte, daß die Wurzeln überall den am leichtesten gangbaren Weg, dessen Benutzung den geringsten Energieaufwand erfordert, zu wählen bestrebt sind, daß sie deshalb alle bereits geebneten Wege in die Tiefe (Wurmröhren, Wurzelgänge, Röhrenknochen, Drainröhren usw.) dem viel schwereren Eindringen in den gewachsenen Boden vorziehen. „Die Wurzel geht der Nahrung nach, als wenn sie Augen hätte.“[1])

IV. Beziehungen zwischen den einzelnen Teilen der Kartoffelpflanze.

Neben der Feststellung des Wurzeltiefganges erschien es von Interesse zu untersuchen, ob zwischen der Entwicklung des Wurzelsystems und der oberirdischen Teile bestimmte Beziehungen bestehen, die es vielleicht ermöglichten, aus der Krautentwicklung

[1]) v. Liebig, 66, S. 249.

Rückschlüsse auf die Wurzelentwicklung zu ziehen. Zur Feststellung solcher Beziehungen benutzten wir die Methode der Korrelationsrechnung, wie sie heute in der Pflanzenzüchtung allgemein üblich ist. Streng genommen hätten zur Berechnung des Korrelationskoeffizienten nach Bravais immer nur die je 10 Pflanzen einer gleichzeitigen Ernte Verwendung finden können. Bei so geringer Zahl ist aber ein sicheres Ergebnis nicht zu erwarten. Wir benutzten deshalb zur Berechnung alle 90 Pflanzen, indem wir von der Annahme ausgingen, daß Wurzel- und Krautentwicklung soweit parallel verlaufen, daß dieses Verfahren zulässig wird. Wir sind uns dabei klar, daß diese Annahme nicht sicher bewiesen ist, glauben aber doch, daß die dadurch bedingten Abweichungen das Verhältnis nicht wesentlich verschleiern. Um eine größere Sicherheit zu erlangen, haben wir außerdem den Vergleich für die je 10 Pflanzen gleichen Alters durchgeführt, natürlich ohne Berechnung des Korrelationskoeffizienten.

Am nächsten liegt zuerst ein Vergleich zwischen Wurzeltiefgang und Krauthöhe. Wir erhalten dabei die Koeffizienten plus $0{,}339 \pm 0{,}093$, also eine positive Korrelation, die allerdings nur angedeutet ist, eine große Sicherheit somit nicht zeigt. Vergleichen wir dagegen die einzelnen Altersgruppen, so scheint die Beziehung noch deutlicher zum Ausdruck zu kommen.

Aus der Übersicht der anliegenden Tabelle S. 125 geht hervor, daß die vermutete und zahlenmäßig errechnete Korrelation zwischen Wurzeltiefgang und Krauthöhe vorhanden ist. Wir erkennen ferner, daß die Wurzellängen sich während der Vegetationsperiode um das Fünffache gesteigert haben; der oberirdische Teil hatte in Gruppe IX, also am Ende der Vegetationszeit, fast das Vierfache der Länge der Gruppe I erreicht, und zwar beobachtet man ein ziemlich gleichmäßiges Ansteigen des Mittels. Nur Gruppe VII weist infolge der Kümmerpflanze Nr. 5 einen kleinen Rückgang auf. Ebenso läßt die Wurzelentwicklung einen ziemlich gleichmäßigen Anstieg erkennen. Es findet sich nur bei Gruppe IV infolge der Kümmerpflanze Nr. 4 und bei Gruppe IX infolge Kümmerpflanze Nr. 9 ein leiser Rückschlag.

In beiden Fällen erfolgt ein rasches Ansteigen von Gruppe I bis III und zwar beim Wurzeltiefgang wie beim Längenwachstum des Krautes um das Dreifache; dann steigen beide Kurven all-

Gruppe I Größte Länge		Gruppe II Größte Länge		Gruppe III Größte Länge	
Stengel	Wurzel	Stengel	Wurzel	Stengel	Wurzel
17	25	21,6	85	50	145
18	25	25	85	50	105
22	25	28,5	95	52	145
23	45	29,9	85	53	135
23	45	35	115	55	105
25	45	38,5	115	55	145
25	55	42	85	55,6	145
26	45	42,5	105	57	115
26	65	45	105	60	145
28	55	45,2	95	60,2	145
M = 23,1 ± 3,35	M = 46 ± 12,36	M = 35,3 ± 8,17	M = 97 ± 11,66	M = 54,8 ± 3,42	M = 133 ± 16,61
Gruppe IV		Gruppe V		Gruppe VI	
45	105	56	105	55	155
55	115	65	155	65	175
55	135	70	155	70	165
58	125	72	145	75	155
58,6	135	72	135	80	155
60	135	75	155	80	165
65	125	75	155	80,4	175
70	135	75	155	82	185
70,3	135	80	145	90	165
71,5	145	80	155	90	165
M = 60,8 ± 7,98	M = 129 ± 11,13	M = 72 ± 7,61	M = 146 ± 15,13	M = 76,7 ± 10,83	M = 166 ± 9,43
Gruppe VII		Gruppe VIII		Gruppe IX	
41,2	135	65	185	70	185
47	145	70	185	75	205
60	155	75	195	80	185
70	165	75	205	80	195
75	175	80	195	80	215
75	175	85,7	205	82	205
75	175	86,5	215	82,8	205
78	185	90	195	86	205
80	165	90,5	215	90	205
90	185	92	215	91	165
M = 69 ± 14,45	M = 166 ± 15,47	M = 81 ± 8,83	M = 201 ± 11,13	M = 82 ± 6,38	M = 197 ± 14,00

mählich bis Gruppe VIII. Das Bild wird nur durch die beiden Kümmerpflanzen der Gruppe VII etwas getrübt.

Die letzte Periode der Wachstumszeit bis Gruppe IX deutet ein Stagnieren im Wachstum an und somit wohl den Wachstumsabschluß. Ganz allgemein zeigt sich also ein gleichmäßiger Verlauf des Wachstums von Wurzel und Kraut in dem Sinne, daß mit der größeren Tiefenentwicklung der Wurzel das Längenwachstum des Krautes zunimmt. Auch die rasche kräftige Entwicklung der Wurzeln und des Krautes im Jugendstadium des Wachstums, also während des Verlaufs der ersten drei Monate, ist klar zu erkennen.

Für Wurzeltiefgang und Krautgewicht beträgt der Korrelationskoeffizient $+ 0{,}236 \pm 0{,}099$, ist also noch geringer als für Wurzellänge und Krautlänge, so daß weitere Schlüsse daraus nicht zu ziehen sind. Die Erklärung mag darin liegen, daß Wurzeltiefgang nicht gleichbedeutend ist mit Wurzelmasse. Zur weiteren Klärung sind die Pflanzen innerhalb der einzelnen Gruppen gegenübergestellt. (Siehe Tabelle S. 127.)

Beim Krautfrischgewicht findet sich ebenfalls eine Steigerung bis Gruppe VI; von da an tritt eine stete Abwärtsbewegung ein. Es zeigt also diese Kurve eine dauernde Aufwärtsbewegung bis Gruppe VI während der Vegetationsperiode. Gegen Ende des Wachstums nimmt das Gewicht der oberirdischen Teile infolge Blattverlustes immer mehr ab, so daß dadurch die Beziehung zwischen Krautgewicht und Wurzeltiefgang erheblich gestört wird. Der geringe Korrelationskoeffizient von $+ 0{,}236$ ist die Folge davon.

Endlich wurde in bezug auf Wurzel- und Krautgewicht ein Korrelationskoeffizient von $+ 0{,}590 \pm 0{,}068$ errechnet; es ist also zwischen diesen beiden Eigenschaften eher eine schwache wechselseitige Beziehung vorhanden. (S. Tabelle S. 128.)

Das Wurzelfrischgewicht zeigt einen etwas unruhigen Verlauf, der vielleicht darin mit begründet sein dürfte, daß eine restlose Erfassung der Wurzeln bei uuserer Arbeit nicht möglich war. Trotz dieser selbst bei peinlichster Sorgfalt der Arbeitsausführung nicht zu vermeidenden Fehlerquelle zeigt auch das Frischgewicht die charakteristische rasche Steigerung bis Gruppe III und zwar in ganz rapider Aufwärtsbewegung. Nachdem es etwas gefallen ist, steigt es wieder bis Gruppe IV und erreicht hier das Höchst-

Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
Größter Wurzeltiefgang	Krautgewicht (frisch)	Größter Wurzeltiefgang	Krautgewicht (frisch)	Größter Wurzeltiefgang	Krautgewicht (frisch)
25	36,84	85	138,65	105	226,09
25	41,32	115	145,28	105	304,38
45	46,04	95	161,87	145	339,56
45	51,82	115	184,59	135	341,12
35	66,34	95	193,46	145	355,08
45	83,26	85	236,06	145	355,96
55	88,41	85	271,34	115	356,14
45	91,21	105	273,53	145	366,18
55	101,52	85	316,94	145	370,52
65	116,23	105	403,21	145	450,35
M. = 46 ± 12,36	M. = 72,29 ± 26,19	M. = 97 ± 11,66	M. = 232,49 ± 66,85	M. = 133 ± 16,61	M. = 346,54 ± 53,24
Gruppe IV		Gruppe V		Gruppe VI	
105	226,25	105	172,31	155	223,47
135	301,09	155	287,79	175	314,06
135	307,67	146	344,67	165	317,16
125	315,41	155	347,51	185	335,84
125	316,48	155	447,46	165	348,49
135	367,82	155	450,82	155	370,68
115	415,56	155	474,46	175	396,41
135	431,84	155	488,79	155	547,06
145	441,06	135	536,59	165	658,75
135	825,16	145	617,68	165	704,58
M. = 129 ± 11,13	M. = 394,83 ± 157,11	M. = 146 ± 15,13	M. = 417,31 ± 121,20	M. = 166 ± 9,43	M. = 424,65 ± 147,08
Gruppe VII		Gruppe VIII		Gruppe IX	
135	158,17	205	237,85	205	212,03
145	204,29	195	238,47	205	218,78
165	233,36	215	238,74	195	235,28
155	282,96	215	253,39	215	247,58
165	306,74	195	289,64	165	267,27
175	346,59	205	289,36	185	269,12
175	358,65	215	310,64	205	258,11
175	397,81	185	311,05	185	280,71
185	404,09	185	332,89	205	332,39
185	457,37	195	395,29	205	387,26
M. = 166 ± 9,43	M. = 315,04 ± 78,25	M. = 201 ± 11,13	M. = 289,73 ± 36,21	M. = 197 ± 14,00	M. = 270,85 ± 50,51

Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III	
Wurzelgewicht	Krautgewicht	Wurzelgewicht	Krautgewicht	Wurzelgewicht	Krautgewicht
18,21	36,84	26,31	138,55	43,89	226,09
24,16	41,32	33,68	145,28	69,85	304,38
20,04	46,04	27,04	161,87	63,81	339,56
24,83	51,82	24,96	184,59	60,14	341,12
22,13	66,34	43,81	193,46	59,74	355,08
21,92	83,26	32,13	236,06	47,72	355,96
18,92	88,41	24,02	271,34	44,94	356,14
25,46	91,21	37,65	273,53	59,86	366,18
22,71	101,52	29,52	316,94	63,26	370,52
24,02	116,23	54,23	403,21	88,87	450,35
M. = 22,24 ± 2,59	M. = 72,29 ± 26,19	M. = 33,29 ± 9,14	M. = 232,49 ± 66,85	M. = 60,22 ± 12,61	M. = 346,54 ± 53,24
Gruppe IV		Gruppe V		Gruppe VI	
30,98	226,25	12,86	172,31	25,16	223,47
36,42	301,09	48,85	287,79	39,69	314,16
47,86	307,67	53,27	344,67	83,38	335,84
53,81	315,41	60,22	347,51	69,65	348,49
42,42	316,48	55,24	447,46	77,14	370,68
57,56	367,82	69,18	450,82	48,81	396,41
49,67	415,56	79,11	474,46	47,69	547,06
52,76	431,84	64,38	488,79	94,92	517,16
68,21	441,06	66,76	536,59	94,82	658,75
78,49	825,16	100,91	617,68	119,56	704,58
M. = 51,77 ± 13,41	M. = 394,83 ± 157,11	M. = 61,11 ± 21,42	M. = 417,31 ± 121,20	M. = 70,11 ± 27,91	M. = 424,65 ± 147,08
Gruppe VII		Gruppe VIII		Gruppe IX	
9,17	158,17	39,68	237,85	51,81	212,03
19,94	204,29	50,84	238,74	42,47	218,78
63,46	233,76	46,52	238,47	34,46	235,28
70,26	282,96	54,59	253,39	48,38	247,58
54,36	306,74	38,64	289,36	27,98	258,11
72,29	346,59	46,83	289,64	35,41	267,27
48,65	358,65	40,15	310,64	42,99	268,12
87,68	397,81	26,09	311,05	44,51	280,71
60,82	404,09	49,63	332,89	39,78	332,39
102,84	457,37	74,29	395,29	44,59	387,26
M. = 58,95 ± 26,84	M. = 315,04 ± 78,25	M. = 46,73 ± 11,96	M. = 289,73 ± 36,21	M. = 41,24 ± 6,68	M. = 270,85 ± 50,51

gewicht. Es entspricht also eine Steigerung im Gewichte des Krautes einer solchen im Wurzelgewichte, ebenso fallen beide von Gruppe VI an entsprechend.

Daraus ergibt sich, daß Kartoffelpflanzen mit starker Krautentwicklung im allgemeinen auf ein starkes Wurzelvermögen schliessen lassen, ohne daß sich daraus die Konsequenz ziehen ließe, daß die dürftige Entwicklung einer Kartoffelpflanze ihre Ursache unbedingt in einem schwachen Wurzelsystem haben müsse.

Die Untersuchungen ergaben, daß die Wurzelmasse 7,65 % des Gewichtes der oberirdischen Teile beträgt. Wir kommen damit dem Ergebnis von Remy[1]) nahe, der 7,3 % fand. Im allgemeinen weist die Literatur sehr widerspruchsvolle Angaben über die Bewurzelungsstärke der Kartoffel auf. So gibt Hosaeus an[2]), „daß die Masse der Wurzeln gegenüber derjenigen der übrigen Teile bei der Kartoffelpflanze eine auffallend geringe ist, da die Gewichtszunahme der Wurzeln der (in Töpfen gezogenen) Exemplare nur $^1/_{44}$ des Gewichtes der ganzen Pflanze erreichte, während bei fast allen übrigen Gewächsen die Wurzeln wenigstens $^1/_{10}$ des Totalgewichtes der Pflanzen lieferten". Zu ganz enorm hohen Werten kam Schulze-Breslau[3]), der an Wurzeln 44,8 % der oberirdischen Pflanzenmasse fand. Die auffallend große Verschiedenheit der Ergebnisse dürfte ihre Erklärung darin finden, daß namentlich bei der Kartoffel Wurzelverbreitung und -tiefgang sehr stark durch Sorte, Bodenbeschaffenheit und Größe der mechanischen Wurzelverbreitungshindernisse beeinflußt werden; denn es lassen die Zellenversuche von Schulze-Breslau wie unsere Untersuchungen im Freiland erkennen, „daß unter günstigen Bedingungen (Wurmröhren im Untergrund, Anm. des Verfassers) die Kartoffelwurzeln eine sehr bedeutende Tiefe erreichen."[4]) Bei den Kasten- und Gefäßversuchen konnten wir die Gewichte der Wurzeln und des Krautes nicht in Beziehung setzen, da letzteres bereits abgestorben war, als nach Fertigstellung der Arbeit an den Freilandpflanzen die Bearbeitung der Kasten- und Gefäßpflanzen begann.

Die besprochenen Teile der Kartoffelpflanze zeigen also in

---

[1]) Remy, 104, S. 14.
[2]) Hosaeus, 42, S. 692.
[3]) Schulze-Breslau, 122.
[4]) Remy, 104, S. 14.

der Zeit vom Tage der Aussaat, dem 15. 5. bis Anfang August, d. h. in der Periode der Jugendentwicklung, eine gewaltige rasche Vegetation. Dies erklärt es, „daß das Nährstoffbedürfnis der Kartoffel in der ersten Jugendzeit sehr bedeutend ist". Es wird also durch unsere anders gearteten Untersuchen der Verlauf der Kurven bestätigt, die Hecke für die Kartoffel auf Grund der Untersuchung der Nährstoffaufnahme gefunden hat; auch diese zeigen ein ganz allmähliches Ansteigen bis gegen Ende Juni und dann ein plötzlich gewaltiges Emporschnellen bis Ende August[1]).

Folgende Übersicht möge zeigen, wie Gesamtlänge und Gesamtgewicht des Wurzeln sich im Laufe der Entwicklung verhalten:

Gruppe	Gesamtlänge der Hauptwurzeln (cm)	Gesamtgewicht der Wurzeln in g	Verhältnis
I	3105	224,40	= 100 : 100
II	12990	332,90	= 418 : 148
III	31275	602,20	= 1007 : 268
IV	34695	517,70	= 1117 : 230
V	40140	611,10	= 1292 : 272
VI	47125	701,10	= 1517 : 312
VII	55615	589,50	= 1791 : 262
VIII	62625	467,30	= 2016 : 208
IX	62815	412,48	= 2023 : 183

Die Zahlen zeigen, daß die Länge der Hauptwurzeln während der gesamten Vegetationsperiode zunimmt; das Wurzelgewicht dagegen steigt sehr rasch bis zu Gruppe III an, also bis zum 1. 8., um von da bis zu Gruppe VI, 28. 8. sich mit gewissen Schwankungen auf gleicher Höhe zu halten. Gegen Ende der Vegetation geht das Wurzelgewicht schließlich wieder zurück, während die Wurzellänge auch dann noch weiter steigt. Es hat sich nach dieser Aufstellung die Gesamtlänge der Hauptwurzeln bis Gruppe VI, bei der das Gesamtwurzelgewicht den höchsten Stand erreicht, um das Fünfzehnfache vermehrt. Am Ende der Vegetationszeit erreicht die Gesamtlänge der Hauptwurzeln das 20fache der Anfangsgruppe. Eine derartige Steigerung hat das Wurzelgewicht nicht im entferntesten aufzuweisen; es beträgt bei Gruppe VI, seinem höchsten Stand, das 3fache der Gruppe I. Bei Gruppe IX

[1]) Hecke, 34, S. 54.

ist das Gesamtgewicht der Wurzeln auf das ca. $1^1/_2$fache von Gruppe I zurückgegangen.

Diese Gegenüberstellung sagt uns aufs neue, daß die Kartoffel bezüglich der Länge ihres Wurzelsystems bisher unterschätzt wurde, daß sie niemals zu den Flachwurzlern gezählt werden darf.

Unsere Untersuchungen führen zu anderen Ergebnissen wie die Kläseners, der fand, „daß mit fortschreitender Entwicklung des Wurzelsystems auch eine relativ gleichmäßige Gewichtszunahme festzustellen ist“ [1]). Es verhalten sich z. B. bei ihm:

Gruppe: Up to date:
Gesamtwurzellängen: 4 686,5 : 12 265,0 : 19 073,5 = 100 : 261 : 408 [2])
Gesamtwurzelgewicht: 196,54 : 273,36 : 340,98 = 100 : 149 : 173
Gruppe: Göttinger Industrie:
Gesamtwurzellängen: 16 788,0 : 16 273,5 : 33 261,0 = 100 : 108,2 : 198 [3])
Gesamtwurzelgewicht: 372,64 : 341,45 : 507,75 = 100 : 104,1 : 155

Die Unterschiede dürften dadurch begründet sein, daß Kläsener seine letzte Gruppe 14 Tage eher dem Boden entnahm; es dürften also diese Pflanzen noch nicht die volle Reife erlangt haben.

Demgegenüber soll folgende Tabelle eine Zusammenstellung der Frisch- und Trockengewichte der Hauptwurzeln geben. Letzteres wurde dadurch bestimmt, daß die Wurzeln im Trockenschrank 5 Stunden einer Temperatur von 105° ausgesetzt wurden.

A. Feldversuche:

Gruppe:	Gesamtfrisch-gewicht der Hauptwurzeln in g	Gesamttrocken-gewicht der Hauptwurzeln in g	Verlust an H_2O	Durchschnittl. Gehalt an H_2O %
I	224,40	16,20	208,20	92,78
II	332,90	29,90	203,00	91,01
III	602,20	62,50	539,70	89,62
IV	517,70	57,40	460,30	88,91
V	611,10	69,90	541,20	88,56
VI	701,10	82,20	618,90	88,27
VII	589,50	70,60	518,90	88,02
VIII	467,30	59,00	408,30	87,37
IX	412,50	48,60	363,90	88,21
Summe:	4458,70	496,30	3962,40	802,75
Durchschn.	445,90	49,60	396,20	80,28

[1]) Kläsener, 46, S. 27.
[2]) Ders., 46, S. 28.
[3]) Ders., 46, S. 29.

B. Kastenversuche:

a) Sandkasten:	587,11	105,47	481,64	82,03
b) Lehmkästen:	296,48	56,60	239,88	80,91
Durchschn.:	441,79	81,03	360,76	81,47

C. Gefäßversuche:

a) Sandgefäße:	60,51	8,41	52,10	86,10
b) lockere Erde:	91,18	16,42	74,76	88,99
c) festgestampf. Erde:	24,59	2,94	21,65	88,04
Durchschn.:	58,76	9,25	49,50	85,37

Die Aufstellung läßt deutlich erkennen, daß der Wassergehalt der Wurzeln in der Zeit der Jugendentwicklung am größten ist; mit zunehmendem Alter beobachtet man einen dauernden, wenn auch sehr geringen Rückgang.

Vergleichende Untersuchungen der Frisch- und Trockengewichte von oberirdischen Teilen und Wurzeln ergaben folgende Resultate:

Gruppe	Frischgewichte			Trockengewichte		
	Oberird. Teile	Wurzeln	Verhältnis	Oberird. Teile	Wurzeln	Verhältnis
I	772,9	224,4	100 : 30,76	77,55	16,17	100 : 20,90
II	2324,9	332,9	100 : 14,31	220,55	29,93	100 : 13,54
III	3465,4	602,2	100 : 17,37	459,63	62,49	100 : 13,59
IV	3948,3	517,7	100 : 13,11	595,05	57,40	100 : 9,64
V	4173,1	611,1	100 : 14,64	661,21	69,98	100 : 10,57
VI	4246,5	701.1	100 : 16,51	733,32	82,20	100 : 11,20
VII	3150,4	589,5	100 : 18,71	484,27	70,63	100 : 14,57
VIII	2897,2	467,3	100 : 16,12	452,03	59,04	100 : 13,05
IX	2708,5	412,4	100 : 15,22	312,30	41,57	100 : 13,32

Es zeigt sich dabei, daß das Kraut-Wurzel-Verhältnis in den einzelnen Gruppen nicht wesentlich schwankt, während einzelne Pflanzen recht starke Abweichungen aufwiesen.

Vielleicht sind derartige Unterschiede durch Ernährungs- und Standortsverhältnisse der einzelnen Pflanzen begründet; denn eine starke Nährstoffgabe, an bestimmten Stellen in den Boden

gebracht, veranlaßt die Pflanzen dieser bevorzugten Stellen zu einer besonders starken Krautentwicklung und zu einer üppigen Ausgestaltung des Wurzelwerkes,[1]) wie andererseits „mangelhafter Nährstoffvorrat im Ackerboden im allgemeinen die quantitative Ausbildung der oberirdischen Organe und der Wurzeln in ihrer absoluten Größe herabsetzt“[1]). Dabei ist die Wurzelentwicklung nach den Untersuchungen von v. Seelhorst verhältnis mäßig umso geringer, je mehr die Nährstoffaufnahme erleichtert ist, so daß also das Verhältnis von Wurzelgewicht und Krautgewicht dadurch mehr oder weniger stark beeinflußt wird.

Eine Betrachtung der prozentualen Zunahme des Krautes und der Wurzeln sagt, daß die Menge des Krauttrockengewichts bei Gruppe VI fast das 10fache der Gruppe I beträgt; das Trockengewicht der Wurzeln dagegen hat nur um das 5fache zugenommen. Während dann das Krautgewicht von Gruppe VI—IX um fast 60% abnimmt, fällt das Wurzelgewicht im gleichen Zeitraum um 10% weniger. Setzt man das Trockengewicht des Krautes jedesmal = 100, so zeigt das der Wurzel eine relativ geringere Zunahme bis Gruppe IV, dann steigt die Zunahme bis Gruppe IX von 10,57—13,32. Der Rückgang des Wurzeltrockengewichtes ist also geringer als der des Gewichtes der oberirdischen Teile.

Von großem Interesse ist ferner die Feststellung und Vergleichung der Knollengewichte im freien Felde, in den Kästen und den Blechzylindern. Die Ernte erfolgte in allen Fällen in der zweiten Hälfte des Oktober:

	Pflanzenzahl	Standweite (qm)	Mittel g	Stück A = 100
I. freies Feld:				
a) Feldstück A	10	2500	1809 ± 422	100
	10	2500	1864 ± 381	
b) „ B	10	2500	1642 ± 388	89
	10	2500	1689 ± 387	
II. Kastenversuche:				
a) Sandkästen	14	10 000	2992 ± 514	162
b) Lehmkästen	6	10 000	3755 ± 893	204
III. Gefäßversuche:				
a) Sandgefäße	4	1200	266 ± 147	14
b) lockere Erde	4	1200	819 ± 84	44
c) festgestampfte Erde .	4	1200	228 ± 81	12

[1]) Schindler, 119, S. 180 f.
[2]) Burmester 7, S. 151.

Infolge des engen Standraumes bleiben also die Erträge im freien Felde weit hinter denen in den Kästen zurück; sie betragen fast nur die Hälfte. Es wurden z. B. von Kasten 9, Lehm, fast 5,2 kg, von Kasten 4, Lehm, 4,5 kg, von Kasten 8, Sand, 4,1 kg Kartoffeln geerntet, während die Höchstmenge im freien Felde 2,5 kg betrug.

In Kasten 9 war Anfang Mai derselbe Versuchsfeldlehm, den man zu den Versuchen in den Gefäßen verwandte, eingefüllt worden. Hier dürfte die ungewöhnlich hohe Ernte auf der gewaltigen Wurzelentwicklung (71 Hauptwurzeln, größter Tiefgang 131 cm, Wurzelfrischgewicht 68,78 g) und der üppigen Krautentwicklung (5 stark verzweigte Hauptstengel von 80—90 cm Länge) wie auf der bequemen Durchdringung des guten lockeren Bodens beruhen. Die anderen Kästen liefern aufs neue den Beweis, daß humifizierter Sandboden den idealen Kartoffelboden bildet;[1])[2]) es muß der hohe Ertrag umsomehr Wunder nehmen, als die Wurzeln, wie S. 103 dargelegt wurde, sich nur auf die oberste, ca. 35—45 cm mächtige Sandschicht beschränkten, diese allerdings nach allen Richtungen vollständig durchwühlten. Ein Vergleich zwischen der Zahl der Hauptwurzeln der Kasten- und Zylinderpflanzen der Gruppe IX, die ungefähr zu gleicher Zeit dem Boden entnommen wurden, läßt die Unterschiede noch deutlicher werden:

	Standweite qcm	Durchschnittliche Zahl der Hauptwurzeln je Pflanze	Durchschnittliches Wurzelfrischgewicht je Pflanze
Gruppe IX	2 500	41,3	41,24
Kästen:			
a) Sand	10 000	45,0	41,93
b) Lehm	10 000	67,83	49,41
Zylinder:			
a) Sand	1 200	21,50	15,12
b) lockerer Lehm	1 200	35,00	22,79
c) festgestampfter Lehm . . .	1 200	7,75	6,12

In allen Kästen fand sich eine für die Ernte bequeme büschelförmige Anordnung der Knollen dicht unter dem Stocke,

[1]) Meyer, 74, S. 162.
[2]) Remy, 104, S. 55 f.

„die man häufig nur als eine besondere Eigenschaft damit begünstigter Sorten (Angelika, Belladonna, Reichskanzler usw.) anspricht und die auch mehr oder weniger durch Einwirkung einer unbewußt zur richtigen Zeit angewandten Bodenbearbeitung gefördert wird".[1])

Bei den Gefäßversuchen fällt auf, daß die mit Leinesand gefüllten bedeutend geringere Erträge erbrachten, als die mit lockerer Erde beschickten; die Ursache dürfte wohl in dem geringen Gehalt des Sandbodens an Nährstoffen zu suchen sein (s. Analyse nach Neubauer S. 87). Drangen doch auch bei 2 Sandgefäßen die Wurzeln, wahrscheinlich auf der Suche nach Nährstoffen und Wasser, in den gewachsenen Boden ein.

Die höchste Wurzelzahl haben die Zylinder mit lockerem Lehm. Es erinnern diese Gefäße an Kasten 9, Lehm, dessen locker eingefüllter Boden ebenfalls eine üppige Wurzel- und Krautentwicklung und eine die anderen Kästen weit übertreffende Ernte verursachte.

Natürlich darf bei den Gefäßversuchen nicht übersehen werden, daß den Wurzeln der darin gezogenen Pflanzen nur ca. $^1/_{10}$ cbm Erde zur Verfügung stand und daß das verhältnismäßig enge Gefäß die Seitenausbreitung der Wurzeln gewaltig hinderte, während die Kästen 1,35 cbm Bodenvolumen fassen.

Zur Herausnahme der obersten Wurzeln im Felde wurde ein Eisenzylinder von 50 cm Länge und 40 cm Durchmesser gewählt. Dadurch erhielten wir von jeder Pflanze in diesem ausgehobenen Erdzylinder ein bestimmtes Wurzelvolumen. Da dieses der obersten Erdschicht, also der der Bearbeitung und Düngung unterworfenen Ackerkrume entstammt, können die einzelnen Wurzelgewichte aus den verschiedenen Zylindern über das Verhältnis des Wurzelgewichtes in der Oberschicht der Erde zu dem im Untergrunde, also zu dem ausgegrabenen, aufklären.

Nachfolgende Aufstellung zeigt die Gesamtwurzelgewichte der Gruppen II—IX. Gruppe I wurde ausgelassen, weil das Mittel ihrer Wurzeln in einer Tiefe von 0—10 cm lag und weil diese Gruppe nur 6 Hauptwurzeln aufweist, die über 50—70 cm Tiefgang besaßen, alse nur 2,83% aller Wurzeln dieser Gruppe.

---

[1]) Puchner, 99, S. 2.

Gruppe	Gesamtgewicht der Wurzeln	Ausgespülte Wurzeln	Prozent	Ausgegrabene Wurzeln	Prozent	Verhältnis
II	332,85	257,00	77,24	75,85	22,76	100 : 29
III	602,18	465,43	77,29	136,75	22,71	100 : 29
IV	518,18	366,23	70,67	151,95	29,31	100 : 41
V	611,78	450,35	73,61	161,43	26,39	100 : 35
VI	701,12	465,72	66,48	235,40	33,52	100 : 50
VII	589,47	356,58	60,49	232,89	39,51	100 : 65
VIII.	467,26	281,33	60,20	185,93	39,80	100 : 66
IX	412,38	241,15	58,47	171,23	41,53	100 : 70

Es zeigt sich, daß bei Gruppe II 77,24 % aller Wurzeln aus dem Zylinder ausgespült wurden; diese Zahl fällt ziemlich regelmäßig, bis sie bei Gruppe IX 58,47 % erreicht. Ihr gegenüber steigt die Prozentzahl der ausgegrabenen Wurzeln von 22,76 % regelmäßig auf 41,53 %. Beträgt das Verhältnis der ausgespülten zu den ausgegrabenen Wurzeln bei Gruppe II ca. 100 : 29, also ungefähr $^1/_3$, so wächst es über Gruppe VI, wo es die Quotienten 100 : 50 enthält, bei Gruppe IX auf 100 : 71 = ca. $^3/_4$. Es erhöht sich also die Zahl der ausgegrabenen Wurzeln ständig, während die der ausgespülten zurückgeht, d. h. im Laufe der Vegetationsperiode hat die Tiefenentwicklung und damit das Gewicht der in die tieferen Bodenschichten vordringenden Wurzeln bedeutend zugenommen, zum Teil mehr als das doppelte erreicht.

Diese Ergebnisse stimmen also mit denen von Thiel überein, „daß sich die Hauptmasse der Wurzeln in dem oberen, durch die Kultur gelockerten Teile des Bodens befindet, d. h. nicht nur die Hauptmasse der Wurzeln überhaupt, sondern auch der für die Ernährung tätigen jungen Wurzeln, daß daher auch aus dieser Bodenschicht jene Pflanzen vorzugsweise ihre Nahrung, soweit sie diese überhaupt aus dem Boden schöpfen, entnehmen.“ [1]) Auch Hellriegel kam bei seinen umfangreichen Versuchen zu dem Ergebnis, „daß sämtliche Pflanzenarten ohne Ausnahme die Hauptmasse ihres Wurzelnetzes in der Ackerkrume, d. h. in der lockersten und nährstoffreichsten Bodenschicht, entwickelt hatten.“ [2])

[1]) Thiel, 139.
[2]) Hellriegel, 37, S. 261.

V. Zusammenfassung des Ergebnisses.

Durch die vorstehenden Untersuchungen sollte dargelegt werden, in welch bedeutende Tiefen die Wurzeln der Industriekartoffel hinabsteigen. Die Versuchsanstellung nahm die Ausgrabungen der Wurzeln im freien Felde vor, weil nur der gewachsene Boden ein richtiges Bild des Wurzelverlaufs ergeben kann. Bezüglich der Wurmröhren wurde ihre große Bedeutung für das Tiefenwachstum der Wurzeln festgestellt. Ferner sollten die bestehenden korrelativen Verhältnisse zwischen Wurzeltiefgang und Krauthöhe, Wurzeltiefgang und Krautgewicht und Wurzelgewicht und Krautgewicht festgestellt werden, ebenso diejenigen zwischen Wurzelentwicklung und Knollenerzeugung. Erfordert doch gerade dieser letzte Punkt Aufmerksamkeit. Es muß von größter Wichtigkeit sein, den Einfluß der Wurzelbildung auf die Knolle kennen zu lernen, um die Anbaumaßnahmen danach einstellen zu können; „denn starkes Wurzelgeflecht der Kartoffelpflanze wirkt nicht nur auf die Entwicklung der oberirdischen Stengelteile, sondern auch auf die Ausbildung der Knollen unter der Erde, insofern, als der durch vermehrte Wurzelbildung gesteigerte Saftdruck nach oben, der in vermehrtem Maße Wasser durch den Holzteil der Gefäßbündel von Mutterknolle und Stengel aufwärts schickt, auch in gleichem Maße Flüssigkeit für den entgegengesetzt gerichteten Saftstrom liefert, der aus den Blättern die abzulagernden Reservestoffe durch den Bastteil der Gefäßbündel nach abwärts in die neugebildeten Knollen sendet.“[1])

Bei einem vergleichenden Anbau von ca. 250 Kartoffelsorten auf dem Göttinger Versuchsfeld konnten ganz gewaltige Unterschiede in bezug auf Üppigkeit der Krautentwicklung wie im Knollenertrag beobachtet werden. Gelingt es, die Wurzelsysteme dieser einzelnen Sorten zu charakterisieren, so dürfte die Möglichkeit einer Beeinflussung der Knollenbildung durch zweckentsprechende Bearbeitung und Düngung gegeben sein. Man würde dann auf dem besten Weg zu einer Nomenklatur der Wurzelsysteme aller Kartoffelsorten sein, indem in den Sortenlisten zu verzeichnen wäre, welchen Charakter das Wurzelsystem jeder einzelnen Sorte trägt, damit aus dieser Feststellung Schlüsse auf die Rentabilität ihrer Erträge gezogen werden können.

---

[1]) Puchner, 100, S. 29.

Die Anbauversuche in den Blechzylindern lassen deutlich erkennen, daß Wurzelentwicklung und Knollenertrag sowohl auf sterilem Sand wie im festen harten Boden leiden. Besonders die Versuche mit eingestampftem Boden zeigen wirkungsvoll, wie der Ertrag durch das kümmerliche Wurzelsystem so stark beeinflußt wird, daß die Ernte ganz gering ausfällt.

Diese Tatsache bestätigt für die landwirtschaftliche Praxis die Wichtigkeit einer intensiven Bodenbearbeitung.

Literatur.

1. De Bary, A., Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Handb. d. physiol. Bot. v. W. Hofmeister. Band 3, Leipzig 1877.
2. Beckmann, Untersuchungen über den Einfluß der Pflanzenwurzeln auf die Struktur des Bodens. Inaug.-Diss. München 1915.

2a. Birner und Lukanus, Wasserkulturversuche mit Hafer. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 8, 1866.

3. Blanck, Zur Wurzelentwicklung der Gemüsepflanzen. Deutsche landw. Presse 1918, Nr. 73.
4. Bloch, E., Sur les modifications produites dans la structure des racines et des tiges par une compression interieure. C. R. 1914, Nr. 23.
5. Bloch, O., Untersuchungen über die Verzweigung fleischiger Phanerogamenwurzeln. Inaug.-Diss., Berlin 1880.
6. Blomeyer, A., Die Kultur der landwirtschaftl. Nutzpflanzen. Leipzig 1891.
7. Burmester, Einfluß des Bodenvolumens und des Nährstoffvorrates auf die relative Wurzelentwicklung. . . . Journ. f. Landw. 1913.
8. Büsgen, Studien über das Wurzelsystem der dikot. Holzpflanzen. Flora 1905, Bd. 95.
9. Cannon, V. A., The root habits of Des. Plants. Carnegie Inst. of Voshing fon Publik. Nr. 131.
10. Ders., Wurzelentwicklung bei Wüsten- und Steppenpflanzen. Pop. Science monthly. Juli 1912, 90.
11. Cantoni, Biedermann 1876.
12. Carola, Untersuchungen über die Entwicklung der Wurzeln. Biedermann 1892.
13. Constanin, J., Influence du milieu sur la structure anatomique de la racine. B. S. B. france, t. 30, 1883.
14. Ders., Recherches sur l'influence qu' exerce le milieu sur la structure des racines. Ann. sc. nat. Ser. 7, Bot. tom. 1, 1885.
15. Cunnigham, J. G., Roots and roots-stocks of weeds. Iowa Geological Surey, Bulletin Nr. 4, 1913.

16. Darwin, C. H., Die Bildung der Ackererde durch die Tätigkeit der Regenwürmer. 1881.
17. Dehèrain, P. P., Traitè de chimie agricole. Paris 1902.
18. Detmer, W., Über den Einfluß äußerer Verhältnisse auf die Wurzelentwicklung. Landw. Versuchs-Station Bd. 15, 1872.
19. Djemil, Untersuchungen über den Einfluß der Regenwürmer. Inaug.-Diss. Halle 1896.
19 a. Duhamel, Physique des arbres. I. part., 1758.
19 b. Fittbogen, Landw. Versuchs-Station Bd. 6, 1864.
20. Fraas, Das Wurzelleben der Kulturpflanzen und die Ertragssteigerung. Berlin 1872.
21. Freidenfelt, Studien über die Wurzeln krautiger Pflanzen. Flora Bd. 91, 1902.
22. Fruwirth, C., Über die Ausbildung des Wurzelsystems der Hülsenfrüchte. Forsch. Agr, Bd. 18, 1895.
23. Garding, Forsch. Agr. Bd. 15, 1892.
24. Girard, E., Recherches sur le developpement progressif de la betterave a sucre. (Methodik der Wurzelkulturen) Ann. de l'Institut national agronomique, t. X. 1884—85.
25. Ders., Forschungen über Kartoffeln, 1893.
26. Gleisberg, Regenwurmprobleme. Angewandte Botanik 1922, Heft 4.
27. Goebel, K., Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Phanerogamen. Schenk, Handb. d. Bot. Breslau 1883, Bd. 3.
28. Goethe, R., Einige Beobachtungen über Regenwürmer usw. Jahrb. des Vereins f. Naturkunde in Nassau, Jahrg. 48, 1895.
29. Griset, H. E., Notes on the modifications of roots. Sc. G., vol. 27, 1895.
30. Haberlandt, G., Österr. landw. Wochenschrift 1875, Nr. 495.
31. Ders., Biedermann 1876.
32. Ders., Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1918.
33. Hales, Statik der Gewächse. Halle 1748.
34. Hecke, Untersuchungen über den Verlauf der Nährstoffaufnahme der Kartoffelpflanze. Inaug.-Diss. Göttingen 1895.
35. Heinrich, Landw. Annalen des Mecklenb. patriot. Vereins. Rostock 1876, Nr. 7.
36. Ders., Grundlagen der Beurteilung der Ackerkrume 1882.
37. Hellriegel, Beiträge zu den naturwissenschaftl. Grundlagen des Ackerbaues. Braunschweig 1887.
38. Hensen, Über die Fruchtbarbeit des Erdbodens usw. Landw. Jahrb. v. Thiel 1882.
39. Ders., Über die Wurzeln in den tieferen Bodenschichten. Jahrbuch der D. L.-G. 1892.
40. Hevmons, Der Einfluß der Regenwürmer auf Beschaffenheit und Ertragsfähigkeit des Bodens. Zeitschr. f. Pflanzenernährung 1923.
41. Holdefleiss, Referat über Djemil „Untersuchungen über den Einfluß der Regenwürmer". Kühn-Ber. 13, Halle.
42. Hosaeus, Jahresbericht für Agrikulturchemie 1870/71.
43. Jost, Pflanzenphysiologie. Jena 1924.
44. Kassnitz, Untersuchungen über den Einfluß der Regenwürmer auf Boden und Pflanze. Bot. Arch. Bd. 1, 1922.

44 a. Katschinsky, Über die Entwickelung des Wurzelsystems auf den Böden von Podsoltypus, Teil I. Moskau 1925.
45. Keup, Ernährung und Lebensweise der Regenwürmer. Mitteilung der D. L.-G. 1913.
46. Kläsener, Wurzelentwickluug verschiedener Kartoffelsorten. Inaug.-Diss. Göttingen 1923.
47. v. Knieriem, W., Notizen zum Pflanzenbau. Landw. Kalender f. Liv-, Est- und Kurland. Riga 1894.
48. Knop, Über die Ernährung der Pflanzen durch wässrige Lösungen bei Ausschluß des Bodens. Landw. Versuchs-Station Bd. 2, 1860.
49. Ders., Ein Vegetationsversuch. Landw. Versuchs-Station Bd. 1, 1859.
50. Ders., Quantitative Arbeiten über den Ernährungsprozeß der Pflanzen. Landw. Versuchs-Station Bd. 3, 1861, Bd. 5, 1863.
51. Knop und Wolf, Über Wasser- und Landwurzeln. Landw. Versuchs-Station Bd. 7, 1865.
52. Kossowitzsch, Die Schwarzerde (Tschernosiom). Intern. Mitteilungen für Bodenkunde 1912, Bd. 1, Heft 3/4.
53. Ders., Entwicklung der Wurzeln in Abhängigkeit von der Bodentemperatur (1. Wachstumsperiode). Russ. Journ. f. experiment. Landwirtschaft 1903.
54. Kraus, Abhandlung in Wollny, Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik. Untersuchungen über die Bewurzelung der Kulturpflanzen in physiologischer und kultureller Beziehung. 1. Forsch. Agr. Bd. 11, 1888.
55. Ders., 2. Ebenda Bd. 15, 1892.
56. Ders., 3. Ebende Bd. 17, 1894.
57. Ders., 4. Ebenda Bd. 18, 1895.
58. Ders., 5. Ebenda Bd. 19, 1896.
59. Kühn, Über die Untergrunddüngung mit bes. Berücksichtigung für den Zuckerrübenbau. Kühn-Ber. 11, 1894.
60. Kühn und Rautenberg, Vegetationsversuche in Lösungen. Landw. Versuchs-Station Bd. 6, 1864.
61. Kutaschew, Über die Bedeutung der Wurzeln im Leben der Pflanzen. Russische landw. Ztg. 1902.
62. Lamprecht, Einfluß der Bewurzelung der Kulturpflanzen auf die Fruchtfolge. Landw. Annalen des Meckl. patriot. Vereins. Rostock 1876.
62 a. v. Lengerke, Die Bedeutung der Regenwürmer. Illustr. Landw. Ztg. 1920, Nr. 103/104.
63. Lesage, Contributions a la physiologie de la racine. C. R. Paris 1891, t. 112, Nr. 2.
64. Ders., Sur la differenciation du liber dans la racine. C. R. Paris 1891, t. 112, Nr. 8.
65. Leydhecker, Über die physiologische Bedeutung des Chlors in der Buchweizenpflanze. Landw. Versuchs-Station Bd. 8, 1866.
66. Liebig, v. J., Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie. Die Naturgesetze des Feldbaues, 1862.
66 a. Lindley, Theorie der Gärtnerei, 1892.
67. Lohrer, Vergleichende Anatomie der Wurzeln. Inaug.-Diss. Marburg 1886, auch in Wigands Bot. Heften, Heft 2.

68. Lokot, Zur Frage „Über das Studium von Wurzelsystemen der Kulturpflanzen." Russische Zeitschr. „Agronom", 1902, Nr. 46.
69. Maschhaupt, J. G., De beworteling onzer Culturgewassen, Overdrukt nit de „Versalgen van Land onder der Rykslanbouw-proefstations", Nr. 16, 'S Gravenhage 1915.
70. Mer, E., De l'influence des milieux sur la structure des racines. C. R. Paris, t. 88, 1879.
71. Ders., Des modificat. des struct . . . . . B. S. B. france, t. 28, 1881.
72. Ders., De la constitution et des fonctions des poils radicaux. B. S. B. france, t. 28, 1881.
73. Ders., Nouvelles recherches sur les conditions de developpement des poils radicaux. C. R. Paris 1889, t. 98.
74. Meyer, Hackfruchtbau. Handb. d. ges. Landwirtschaft von Steinbrück. Leipzig 1921.
74 a. Ders., Jahrbuch d. D. L.-G. 1892.
75. Michaelsen, Oligochaeta. Berlin 1900.
76. Mitscherlich, E. A., Bodenkunde für Land- und Forstwirte. Berlin 1923.
77. Modestow, A. P., Les materiaux pour la connaissance des racines des plantes herbacees. IV Folgen. Annales de l'institut agronomique de Moscou 1915, XXI, 1. 4. mit Index des publications sur le systeme radiculaire.
78. Müller-Thurgau, Über Bedeutung und Wachstum der Wurzeln. Landw. Jahrbücher IV, 1875.
79. Münz und Girard, Wurzelforschungen im natürlichen Boden. Russische Landw. Ztg., 1902, Nr. 11.
80. Nägeli, Wachstum des Stammes und der Wurzeln bei Gefäßpflanzen. Beiträge zur wiss. Botanik, 1868, Heft 1.
81. Nägeli und Leitgeb, Entstehung und Wachstum der Wurzeln. Nägelis Beiträge IV, 1868.
82. Nicolai, Das Wachstum der Wurzeln. Schriften der phys.-ökon. Gesellschaft. Königsberg, Jahrg. 6, 1865.
83. Nobbe, Die Kartoffel als Wasserpflanze. Landw. Versuchs-Station Bd. 6, 1864.
84. Ders., Die Züchtung der Landpflanzen in Wasser betreffend. Ebenda Bd. 7, 1865.
85. Ders., Über das relative Nahrungsbedürfnis der Pflanze. Ebenda Bd. 8, 1866.
86. Ders., Die Pflanzenkultur im Wasser und ihre Bedeutung für die Landwirtschaft. Ebenda Bd. XI, 1869.
87. Ders., Der chemische Ackersmann. 1869. Landw. Versuchs-Station Bd. 15, 1872.
88. Ders., Beiträge zur Pflanzenkultur in tropfbar flüssigen Medien. Ebenda Bd. 10, 1868.
89. Nobbe und Siegert, Beiträge zur Pflanzenkultur in wässerigen Nährstofflösungen. Ebenda Bd. 6, 1864.
90. Nowacki, Getreidebau. Berlin 1886.
91. Opitz, K., Untersuchungen über Bewurzelung und Bestockung einiger Getreidesorten. Mitteilung d. Landw. Institutes Breslau, 1904.

92. Orth, Wurzelstudien. Jahrb. d. D. L.-G., 1892.
93. Ders., Wurzelherbarium. Festgabe für die Mitglieder der 9. Wanderversammlung d. D. L.-G., 1894.
94. Pammel, et fogel, The underground orgens of a few verds Proced. Iowa Ac. of Sc. T. 16, 1913.
95. Perseke. Über die Formveränderungen der Wurzeln in Erde und Wasser. Inaug.-Diss., Leipzig 1877.
96. Pfeffer. W., Pflanzenphysiologie. Leipzig 1881.
97. Ders., Druck- und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen. Leipzig 1893. Abhandlung d. Sächs. Gesellschaft d. Wiss. Bd. 20.
98. v. Pistohlkors, Wurzelkenntnis und Pflanzenproduktion. Bonn 1898.
99. Puchner, Die Bedingungen der Knollenbildung der Kartoffelpflanze. Der Kartoffelbau, 1925.
100. Ders., Kartoffelwurzel und Knollenwachstum. Der Kartoffelbau, 1925, Nr. 2.
101. Ramann, Bodenkunde. Berlin 1911.
102. Ders., Regenwürmer und Kleintiere im Boden. Internat. Mitteilung f. Bodenkunde, 10, 1911, Bd. 1, Heft 2.
103. Reinke, Untersuchungen über Wachstumsgeschichte und Morphologie der Phanerogamen-Wurzel. Hansteins Bot. Abhandlung Bd. 1, 1871.
104. Remy, Kartoffelbau. Berlin 1921.
105. Resa, Über die Periode der Wurzelbildung. Inaug.-Diss., Bonn 1877.
106. Rimbach, Beiträge zur Physiologie der Wurzeln. Ber. d. Bot. Gesellschaft Bd. 17, 1899.
107. v. Rosenberg-Lipinski, Der praktische Ackerbau, 1862, Bd. 2.
108. Rotminstroff, Die Gebiete der Verbreitung der Wurzeln bei einjährigen Kulturpflanzen. Russisches Journ. f. experimentelle Landwirtsch., 1907, Nr. 1, Nr. 5, Nr. 6; 1908, Bd. 11.
109. Ders., Neue Methode der Wurzelauswaschungen. Russische Landw. Ztg. „Ernte“ 1907, Nr. 1/3.
110. v. Rümker, Die Bewurzelung der Kulturgewächse und ihre Beziehungen zur Drainage. Der Kulturtechniker, 1902.
111. Ders., Tagesfragen aus dem modernen Ackerbau. Berlin 1922.
112. Russel, The effect of eartsworms on soil productivenes. Journ. Agric. Sc., vol. III, Part. 4, Cambridge 1910.
113. Sachs, Handbuch der Experimentalphysiologie. Leipzig 1865.
114. Ders., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie.
115. Ders., Sitzungsberichte der Wiener Akad., 1858, Bd. 26.
116. Ders., Erziehung von Landpflanzen in Wasser. Landw. Versuchs-Station Bd. 2, 1860.
117. Ders., Über die Hindernisse bei Vegetationsversuchen. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 2, 1860.
117 a. Ders., Physiologische Notizen. Flora 1892.
118. Schacht, Beiträge zur Entwicklungsgesch. d. Wurzel. Flora 1853.
119. Schindler, Einfluß der Düngung auf die Wurzelentwicklung. Die Ernährung der Pflanze. 20. Jahrg., Nr. 24.
120. Schubert, Erfahrungen und Beobachtungen über das Wurzelbild . . ., s. Stöckhardt, Der chemische Ackersmann, 1855, Nr. 4.

121. Schulze, Wurzelatlas, Darstellung natürlicher Wurzelbilder der Halmfrüchte. Berlin 1911.
122. Ders., Studien über die Bewurzelung unserer Kulturpflanzen. Festschrift der Landw. Versuchs-Station Breslau, 1906.
123. Schultz-Lupitz, Zwischenfruchtbau auf leichtem Boden. Arbeiten der D. L.-G. Heft 7, 1895, und Jahrb. d. D. L.-G. Nr. 6, 1896.
124. Schuhmacher, Über das Gewicht der Wurzel verschiedener Kulturpflanzen. Jahresber. f. Agrikulturchemie, 1867.
125. v. Seelhorst, Beobachtungen über die Zahl und den Tiefgang der Wurzeln verschiedener Pflanzen. Journ. f. Landwirtschaft, 1902.
126. Ders., Das Landw. Versuchsfeld der Universität Göttingen.
127. Ders.. Einfluß der Wurmlöcher usw. Journ. f. Landw. 1902.
128. Sewell, Roots and their works. G. Chr. vol. 26, 1886.
129. Sleskin, Einige Experimente über das Wurzelsystem. Russisches Journ. f. Land- und Forstwirtschaft, 1895, Nr. 3.
130. Sokolowsky, J. J., Über das Wurzelsystem verschiedener Kulturpflanzen. Arbeiten des Versuchsfeldes Poltawa, 1908 und 1913.
131. Sprengel, Die Lehre vom Dünger. Leipzig 1839.
132. Stöckhardt, Der chemische Ackersmann. 1855, Nr. 4.
133. Stohmann, Vegetationsversuche in Lösungen. Landw. Versuchs-Stationen Bd. 6, 1864.
134. Stössner, Landw. Jahrbücher 1887, Bd. 16.
135. Strassburger, Lehrbuch der Botanik. Jena 1923.
136. Thatschenko, Über die Rolle des Waldes bei der Bodenbildung. Nachrichten des Russischen Forstinstitutes XVIII, 135.
137. van Tieghem, Ph., Traitè de botanique. Paris 1884, I.
138. Thiel, H., De radicum plantarum quarundarum ab agricolis praecipue cultarum directione et extensione. Dissertatio physiologica. Bonn 1865.
139. Ders., Über die Bewurzelung einiger unserer Kulturpflanzen. Zeitschr. f. d. landw. Vereine d. Großherzogtum Hessen, 1870, Nr. 37 uud 38.
140. Thiel, H., Bewurzelung, H. v. Nathusius, Wandtafeln für den naturwissenschaftlichen Unterricht, Serie 4, 53 Photographien mit Text, 1875.
141. Ders., Mitteilungen der D. L.-G., 1892, Stück 6.
142. Ders., Landw. Zentralblatt für Deutschland, 1870, Bd. 2.
143. Thiele, Deutschlands landwirtschaftliche Klimatologie. Bonn 1895.
144. Thoms, Die landwirtschaftliche und chemische Versuchs- und Samenkontrollstation Riga, 1882/86, Heft 6.
145. Tornau, Göttinger Hafer, I, II, III, IV. Inaug.-Diss. Güttingen 1911.
146. Trommer, Untersuchungen über den Einfluß der mechanischen Bodenbeschaffenheit auf das Wachstum der Wurzel. Inaug.-Diss. München 1919.
147. Tunker und v. Seelhorst, Der Einfluß, den der Wassergehalt und der Reichtum des Bodens auf die Ausbildung der Wurzeln und der oberirdischen Teile der Haferpflanze ausüben. Journ. f. Landw. 1898.
148. Ude, Regenwürmer aus Mazedonien. Arch. f. Naturgesch. 88. Jahrg., 1922.
149. Vöchting, Über Organbildung im Pflanzenreiche, 1884.
150. Vorobico, Über das Studium des Wurzelsystems der Getreidesorten. Russisches Journ. f. Land- und Forstwirtschaft. St. Petersburg 1916.

151. De Vries, Wachstumsgeschichte der Kartoffel. Landw. Jahrb. Berlin 1878, Bd. 7.
152. Wächter, Grundwasser und Wurzelwachstum. Internat. Zeitschr. f. Wasserversorgung. 4. Jahrg. 1917, Nr. 10/11.
153. Wacker, Die Beeinflussung des Wachstums der Wurzeln durch das umgebende Medium. Inaug.-Diss., Leipzig 1898.
154. Wagner, Journ. f. Landw. 1870.
155. Weiske und Kellner, Biedermann 1877.
156. Weiske, Jahresbericht für Agrikulturchemie, 13.
157. Werner und Schultz-Lupitz, Jahrbuch der D. L.-G. 1891.
158. Wiegmann und Polstorff, Über die anorganischen Bestandteile der der Pflanze usw. Braunschweig 1842.
159. Wieler, Über die Periodizität in der Wurzelbildung der Pflanzen. Forstwissenschaftl. Zentralbl. Bd. 16, 1894.
160. Ders., Regenwürmer und Bodenbeschaffenheit. Sitzungsber. d. Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens, 1913.
161. Wiesner, Elemente der wissenschaftl. Botanik. Wien 1884, Bd. 2.
162. Wilfahrt, Römer und Wimmer, Über die Nährstoffaufnahme der Pflanzen in verschiedenen Zeiten ihres Wachstums. Landw. Versuchs-Station Bd. 63, 1906.
163. Wolff, Üppige Vegetation in wässerigen Lösungen der Nährstoffe. Ebenda Bd. 8, 1866.
164. Wollny, Standraum der Gewächse. Landw. Kalender von Mentzel und v. Lengerke, 1897.
165. Worthmann, Notizen über Wasserkultur. Botanische Ztg. 1892.
166. Wyssotzky, Die Natur und Kultur der Pflanzen im Veliko-Anatol. Gebiete. Abdruck aus den Arbeiten der Expedition, die von dem Forstdepartement unter Leitung von Prof. Dokutschaew ausgesandt wurde. St. Petersburg 1898 (s. Heymons 40).
167. Ders., Hydrologische und geobiologische Beobachtungen im Veliko-Anatol. Gebiet. Russisches Journ. f. Bodenkunde. St. Petersburg 1899.
168. Ders., Das Steppenilluvium und die Struktur der Steppenböden. Ebenda 1901, Ni. 2, Nr. 3, Nr. 4; 1902, Nr. 2.
169. Ders., Über Waldkulturbedingungen des Rayons des Samaraschen-Apanagen-Bezirkes. St. Petersburg 1908, Bd. 1.

Außerdem sei hier auf die ausführlichen Literaturverzeichnisse von Freidenfeldt (Nr. 21 des vorstehenden Verzeichnisses) und von Modestow (Nr. 77) verwiesen.

Bücherbesprechungen.

Der Käsereiberuf und andere milchwirtschaftliche Berufsarten von Dr. Hans Roeder, Direktor der Lehr- und Versuchsanstalt für Emmentalerkäserei Weiler i. Allgäu. Kempten, Allgäuer Druckerei und Verlagsanstalt, 1925, Preis Rm. 1.75.

Das vorliegende Heftchen beantwortet in übersichtlicher Weise alle einschlägigen Fragen über Schulvorbildung, Lehrzeit, Prüfungen, Verhältnis zu anderen Sparten usw. mit besonderer Betonung der Käsereiberufe, welche dem Verfasser infolge seiner Tätigkeit und Praxis der Käsereiausbildung am nächsten liegen. Jedoch nicht nur die gegenwärtigen Verhältnisse werden in dem Büchlein geschildert, sondern es werden auch Anregungen gegeben, wie bestehende Mängel verbessert werden könnten, so daß auch der milchwirtschaftliche Fachmann vieles Interessante darin finden wird.

Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung von C. Fruwirth, früher Professor an der landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim, jetzt Professor an der technischen Hochschule Wien. Band III: Die Züchtung von Kartoffel, Erdbeere, Lein, Hanf, Tabak, Hopfen, Buchweizen, Hülsenfrüchtern und kleeartigen Futterpflanzen. Fünfte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 46 Textabbildungen. Berlin, Paul Parey, 1924. XVI und 245 Seiten. Gebunden, Preis Rm. 10.—.

Auf S. 51 und 52 des Jahrgangs 1923 dieses Journals hatte ich die vierten Auflagen des Bandes III und des Bandes IV des Fruwirthschen Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung angezeigt. Nach 2 Jahren ist die 5. Auflage des Bandes III herausgekommen, ein neuer Beweis für das Interesse der weitesten landwirtschaftlichen Kreise an der Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, zugleich aber auch der hohen Einschätzung der Fruwirthschen Arbeit. Bei der vorigen Besprechung hatte ich gesagt, daß der Fruwirth einfach „das Handbuch der Pflanzenzüchtung“ ist, daß wir ein anderes in deutscher Sprache nicht besitzen und in absehbarer Zeit auch nicht besitzen werden, weil ein solches nicht erforderlich ist, weil alles, was wir über Pflanzenzüchtung zur Zeit wissen, mit unendlichem Fleiß und mit größter Sorgfalt in ihm zusammengetragen ist. Der vorliegende Band ist ein neuer Beweis davon, denn er zeigt gegenüber der vierten Auflage eine Reihe von Veränderungen, teilweise Fortlassungen, in größerem Maße aber Ergänzungen besonders in den Abschnitten über Kartoffel, Lein und Hanf. Dann aber auch

über eine Anzahl der anderen besprochenen Pflanzen, ich nenne unter diesen die Lupine, Soja und den Tabak. Das Buch ist dadurch auf seiner bekannten Höhe geblieben. v. Seelhorst.

Die Dauerwiese von Diplomlandwirt Josef Fischer-Hiltenfingen. Mit 37 Abbildungen. München, Verlag Josef Kösel und Friedrich Pustel, K.-G., Verlagsabteilung Kempten, 1923.

Der Verfasser sagt in dem Vorwort dieses in der Sammlung „Lebende Bücher" herausgegeben von Adalbert Deckert erschienenen Buches: Die vorliegende Schrift ist von keinem Gelehrten verfaßt und auch nicht für Wissenschaftler bestimmt, sondern für den praktischen Landwirt und die Bauernschule. Unter Ausschaltung von allem überflüssigen Tabellenwerk sollen in einfachen schlichten deutschen Worten — nicht Vorschriften und Belehrungen — sondern Anregungen vermittelt werden für jeden fortschrittlich gesinnten Landwirt.

Dem Verfasser ist das, was er sich vorgenommen hat, vortrefflich gelungen. Das praktisch und klar geschriebene Buch wird nicht nur in den von ihm bezeichneten Kreisen, sondern auch von den studierenden Landwirten gern aufgenommen werden. v. Seelhorst.

Die Nahrungsmittel aus Getreide. Ihre botanischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften, hygienisches Verhalten, Prüfen und Beurteilen. Handbuch für studierende Landwirte und den gesamten Getreidenahrung erzeugenden Gewerbestand von Dr. A. Maurizio o. Professor der technischen Hochschule in Lemberg (Polen). Zweite, neubearbeitete Auflage. Erster Band: Mahlgut. Gehalt und Aufbewahren. Die Teiggärung. Das Backen und die Eigenschaften des Brotes. Mit 150 Textabbildungen und 2 Tafeln. Berlin, Paul Parey, 1924. Großoktav. XII und 461 Seiten. Preis geb. Rm. 23.—.

Die Bezeichnung 2. Auflage im Titel besteht nicht zu Recht, wie aus dem Text der vorgedruckten Vorworte hervorgeht. Das erste derselben vom Juli 1917 datiert heißt: Vorwort zur 2. Auflage. Daran schließt sich ein aus Bromberg vom September 1924 datiertes Vorwort zur 3. Auflage, in dem es heist: „Das Werk, das nunmehr verbessert und ergänzt in einer neuen Auflage erscheint, hat die Eigenart behalten, die ihm einen wohlwollenden Leserkreis erwarb. Ich habe jeden wissenschaftlichen Beitrag, dessen ich habhaft werden konnte „verwertet". Der Verfasser führt dann die wichtigen Anordnungen und Zusätze, die sich in der Neuauflage finden, auf. Er erwähnt aber dabei, daß er nur das solide begründete — so möchte ich es bezeichnen — der Neuerscheinungen dabei berücksichtigt hat.

Der Inhalt des Werkes ist in 8 Abschnitte gegliedert. 1. Das Mahlgut. 2. Die Verunreinigung und Verfälschung des Getreides und der Mehle. 3. Die Mahlerzeugnisse in physikalisch-chemischer und in biologischer Beziehung. 4. Das Lagern von Getreide und Mehl, Atmen, Schimmeln, Selbsterwärmung und Explosion. 5. Chemische Bestandteile der Getreide und der Mahlerzeugnisse. 6. Die Teiggärung, Gärungsorganismen und sonstige Lockerungsmittel. 7. Das Backen und die Eigenschaften des Brotes. 8. Die Backfähigkeit des Weizens und ihre Bestimmung.

Ich möchte das Werk mit denselben Worten empfehlen, mit dem ich den 1919 erschienenen zweiten Band: Die Nahrungsmittel aus Getreide, in diesem Journal empfohlen habe:

„Der Verfasser gibt, gestützt auf eine umfangreiche Literatur, eine so weit ich es übersehen kann, erschöpfende Darstellung des behandelten Stoffes, für welche ihm die auf dem Titel genannten Kreise (ich füge hinzu die Nahrungsmittelchemiker, die landw. Versuchs-Stationen, die landw. Universitätsinstitute, Hochschulen und sonstigen Schulen) zu großem Dank verpflichtet sein können. Man erhält durch das Buch Antwort auf eine Reihe vor Fragen, die man sonst, wenn überhaupt, nur mit großer Mühe bekommen kann". Hervorheben möchte ich noch die sehr übersichtliche Disposition, die klare Sprache und die guten Textabbildungen, durch welche sich das Werk auch auszeichnet. v. Seelhorst.

Beiträge zur Pflanzenzucht. Herausgegeben von der Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzucht. Siebentes Heft. Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis Rm. 4.—.

Diese Beiträge bieten einen guten Überblick über den gegenwärtigen Stand der Pflanzenzüchtung und geben jedem Züchter manigfache Anregungen und Aufklärungen über wichtige Fragen der Pflanzenzucht. Das vorliegende Heft enthält insbesondere folgende beachtenswerte Aufsätze: Unsere Weizenzüchtung und die Backfähigkeit der Sorten. Von Prof. Dr. M. P. Neumann, Berlin. — Zur Problemstellung, Begriffsbestimmung und Methodik der Pflanzenzüchtung. Von Prof. Dr. L. Kiessling, München. — Die Bedeutung der modernen Bestrebungen der Pflanzenphysiologie für die Pflanzenzüchtung. Von Prof. Dr. H. Sierp, München. — Aus zwanzigjähriger Züchtererfahrung. Von Ökonomierat Dr. J. Ackermann, Irlbach. — Die Bekämpfung von Pflanzenschädlingen durch Züchtung unter besonderer Berücksichtigung des Getreides. Von Reg.-Rat Scharnagel, Weihenstephan. — Klima und Boden, die Grundlagen der Kartoffelzüchtung. Von Reg.-Rat Hampp, Weihenstephan. — Das physiologische Verhalten der Pflanzen gegen Reizwirkungen. Von Prof. Dr. Loew, München. — Einiges über unsere Erfahrungen in der Züchtungstechnik bei Dauerfutterpflanzen. Von Reg.-Rat Weller, Weihenstephan u. a.

Beiträge zum landwirtschaftlichen Pflanzenbau insbesondere Getreidebau. Festschrift zum 70. Geburtstage Prof. Dr. Franz Schindler. Herausgegeben von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft in Brünn. Mit dem Bildnis F. Schindlers, 31 Textabbildungen und 3 Tafeln. Berlin SW. 11, Verlag von Paul Parey. Preis Rm. 12.—.

Diese Prof. Dr. Franz Schindler gewidmete Festschrift enthält eine Reihe wichtiger Beiträge führender Fachleute, wie z. B. Prof. Dr. Zade, Leipzig; Prof. Dr. N. Westermeier, Tetschen-Liebwerd; Prof. Dr. Hans Molisch, Sendai (Japan); Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. K. v. Rümker, Emersleben; Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Wittmack, Berlin; Prof. Dr. Ing. Emanuel Gross, Tetschen-Liebwerd; Prof. Dr. A. Mitscherlich, Königsberg i. Pr.; Dr. Franz Frimmel, Eisgrub; Prof. Dr. Opitz, Berlin; Prof. Dr. Julius Stoklasa, Prag; Dr. F. W. Dafert, Wien; Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Th. Remy, Bonn; Prof. Dr. E. Tschermak, Wien; Prof. Alexander Stebutt, Belgrad; Prof. Dr. H. Löschner, Brünn; Prof.

Dr. Rich. Krzymowski, Breslau; Hofrat Prof. Dr. Adolf Ostermayer, Wien; H. Nilsson, Ehle-Akarp; Prof. Dr. Oswald Richter, Brünn. Das reichillustrierte Werk dürfte für jeden Pflanzenzüchter und Getreidebauer von besonderem Werte sein.

Taschenatlas der Kartoffelkrankheiten von Prof. Dr. Otto Appel, Geh. Reg.-Rat, Direktor der biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem. I. Teil: Knollenkrankheiten. Mit 24 Farbendrucktafeln nach Originalen von Aug. Dressel. Berlin SW. 11, Verlag von Paul Parey, 1925. Kartoniert, Preis Rm. 5.—, bei 10 Stück Rm. 4.60, bei 50 Stück Rm. 4.20.

Die einander sich häufig stark gleichenden Knollenerkrankungen der Kartoffeln sind unter Verweisung auf sehr gute farbige Abbildungen und unter Hervorhebung der wirtschaftlichen Bedeutung und so weit solche vorhanden sind, der Maßregeln zu ihrer Bekämpfung, vom Verfasser klar beschrieben. Das Büchlein ist deshalb in vorzüglicher Weise geeignet, die praktischen Landwirte und unter diesen besonders die anerkennenden und studierenden sowie die am Kartoffelhandel interessierten Personen über diese Krankheiten zu unterrichten. Es verdient aus diesem Grunde die weiteste Verbreitung. Der hohe durch die vorzüglichen Abbildungen bedingte Preis sollte dieser kein Hindernis sein.

Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Haussäugetiere. Von O. Hagemann. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 1925. 1. Band, Anatomie, 3. Auflage. 2. Band, 1. Teil, Vegetative Physiologie, 2. Auflage, 1923.

Das vorliegende Lehrbuch Hagemanns ist in erster Linie für den studierenden Landwirt geschrieben und dürfte diesen Zweck vortrefflich erfüllen. Wenn der Verfasser selbst das Werk auch als „gemeinfaßliche Belehrung“ bezeichnet, so darf man daraus nicht etwa den Schluß ziehen, ein populär-wissenschaftliches Buch, etwa im Plauderton als unterhaltsame Lektüre geschrieben, vor sich zu haben. Der große Vorzug dieses Werkes ist seine streng wissenschaftlich sachliche Darstellung. Das Buch eignet sich nicht nur als Lehrbuch für den Studenten, sondern es ist ein wertvolles Nachschlagebuch auch für die spätere Zeit, das jedem wissenschaftlich orientierten Landwirt erschöpfende Auskunft auf dem wichtigen Gebiete der Anatomie und Physiologie gibt. Dem wissenschaftlichen Charakter des Werkes entspricht auch die räumliche Trennung der Anatomie von der Physiologie. Im letzten Fach gibt es manche Gebiete, die mit der Anatomie gar keinen unmittelbaren Zusammenhang haben und die daher in manchen gemeinschaftlichen Lehrbüchern der Anatomie und Physiologie zu kurz kommen. Ich erinnere nur an die Chemie der Eiweißkörper, Fette und Kohlehydrate. Die eigne Forschungsrichtung des Verfassers hat auch die Grundzüge der Ernährungslehre in dem kurz gefaßten, aber alles Wissenswerte enthaltenden Band über vegetative Physiologie besonders zu ihrem Recht kommen lassen.

Anatomischer Unterricht ohne Anschauung ist tot, daher sind dem 1. Band auch über 200 größtenteils recht gute Abbildungen beigegeben. Durch weitere Ergänzungen der Abbildungen würde das Werk zweifellos noch gewinnen z. B. solchen von der rechtsseitigen Lage der Eingeweide beim Pferd, Längsschnitt durch ein Leberläppchen, Hufleder haut, Eingeweide des Huhns u. a.

Die einzige farbige Tafel über den Augenhintergrund würde man dafür gern missen. Sicher würde auch ein besseres Papier die Abbildungen besser zur Geltung bringen. Das an sich zu begrüßende Bestreben des Verfassers, das Werk zu verbilligen, sollte nicht den Ausschlag geben, denn ein solches Buch kauft der studierende Landwirt nur einmal. Bei dem histologischen Teil hätte ein Einteilung des Stoffes nach entwicklungsgeschichtlichen Grundsätzen manche Vorzüge vor der rein morphologischen Darstellung gehabt.

In den beiden vorliegenden Büchern, die beide für sich ein abgeschlossenes Ganze bilden, kann der studierende Landwirt alles finden, was er auf diesem Gebiete zu wissen wünscht. Der noch fehlende Band über die animale Physiologie steht an Wichtigkeit den bisher erschienenen nach, dürfte aber auch Interesse finden. Schermer.

Soll die Deutsche Landwirtschaft sich nach dänischem Muster auf den Export umstellen? Die Bedeutung der Viehhaltung und ihre handelspolitische Berücksichtigung von Dr. Kurt Ritter, Privatdozent an der landw. Hochschule zu Berlin. (Agrarpolitische Aufsätze und Vorträge Heft 3). Berlin, Verlag von Paul Parey. 23 S. Preis Rm. 2.—.

Verfasser zeigt auf das klarste, daß alle diejenigen, welche sich von einer Umstellung der deutschen Landwirtschaft nach dem Muster der Dänischen einen Vorteil für die deutsche Volkswirtschaft versprechen, sich nie um die weltwirtschaftlichen tatsächlich bestehenden Verhältnisse bekümmert haben. Er weist dazu statistisch nach, daß auf dem Weltmarkt der Bedarf an tierischen Produkten annähernd gedeckt ist, und daß Deutschland die Länder, die unter günstigeren Verhältnissen arbeiten, auf diesem nicht wird verdrängen können. Er weist ferner darauf hin, daß die heimische Viehproduktion nur durch eine genau abgewogene Spanne zwischen den möglichst niedrig zu haltenden Futtermittelzöllen und den Zöllen auf Fleisch und Molkereiprodukten geschützt werden kann und geschützt werden muß, und zeigt, wie nachteilig es für Deutschland sein muß, daß bei den jetzigen Handelsvertragsverhandlungen, bei denen natürlich vor allem auch der Schutz von Getreide-, Garten- und Weinbau in Frage kommt, auf deutscher Seite fehlt jede wirtschaftliche Vorbereitung.

Die kleine Schrift verdient weiteste Verbreitung. v. Seelhorst.

Handbuch des gesamten Gemüsebaus einschließlich des Gemüsesamenbaues, der Gewürz-, Arznei- und Küchenkräuter auf praktisch-wissenschaftlicher Grundlage unter besonderer Berücksichtigung exakter Pflanzenzüchtung von J. Becker-Dillingen, Saatzuchtdirektor von A. Kirsche-Pfiffelbach, G. m. b. H., Leipzig. Mit 263 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1924. Großoktav-Format. XIX und 1065 Seiten. Preis geb. Rm. 28.—.

Das umfangreiche Buch zerfällt in 2 Hauptteile. Der erste Teil enthält die für den Gemüse- und Gemüsesamenbau überhaupt allgemein geltenden Grundlagen, Voraussetzungen und behandelt somit die Durchführung von Bodenbearbeitung, Düngung, Saat und Pflege der Saat resp. Pflanzung, Ernte und Aufbewahrung des Gemüses und des Gemüsesamens und den Absatz, die Verpackungen und den Versand des Gemüses. Der zweite Teil: „Spezieller Gemüse- und Gemüsesamenbau" behandelt nach botanischen Klassen geordnet

die einzelnen für Deutschland in Betracht kommenden Gemüsearten je nach ihrer praktischen Bedeutung entweder kurz oder ausführlich. Ebenso werden die Gewürz-, Arznei- und Küchenkräuter behandelt. Außerdem kommen Gemüsepflanzen aus dem Kreise der Pilze zur Besprechung. In dem zweiten Teil wird bei jeder einzelnen Pflanze das für sie charakteristische in Saat, Pflege und Ernte hervorgehoben. Die einzelnen Variationen werden in ihren Ansprüchen und ihren charakteristischen Eigenschaften geschildert. Gute Illustrationen ergänzen den Text. Das Buch schließt mit einem Literatur-Verzeichnis und einem Inhaltsverzeichnis.

Hervorzuheben ist die große Sorgfalt, die auf die Beschreibung des Gemüsesamenbaues gelegt ist. Das aus reicher Erfahrung und mit Benutzung einer umfangreichen Literatur geschriebene Werk wird allen denen, die Gemüse und Gemüsesamenbau resp. auch den Anbau von Gewürz-, Arznei- und Küchenkräutern sowie von Speisepilzen treiben oder treiben wollen ein erwünschter Ratgeber sein. v. Seelhorst.

Handbuch der Pflanzenkrankheiten, begründet von Paul Sorauer. Erster Band: Die nichtparasitären Krankheiten. Fünfte Auflage, neubearbeitet von Dr. Paul Graebner, Kustos und Professor am botanischen Garten, Beauftragter Dozent a. d. Universität und an der höh. Gärtnerlehranstalt in Berlin. Mit 271 Textabbildungen. XVI und 981 Seiten. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1924. Gebunden, Preis Rm. 36.—.

Das im Jahre 1879 von Paul Sorauer begründete Handbuch der Pflanzenkrankheiten ist von ihm zum letzten Male im Jahre 1907 und zwar unter Mitwirkung der Herren Prof. Dr. G. Lindau und Dr. L. Reh herausgegeben. Jetzt liegt die in 5 Bänden erscheinende 5. Auflage vor, bei der an Stelle von Paul Sorauer und G. Lindau die Herren Dr. O. Appel, Geh. Reg.-Rat, Direktor der biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Professor an der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin und Dr. Paul Graebner, Kustos und Professor am botanischen Garten, Dozent an der Universität und an der höheren Gärtnerlehranstalt in Berlin, getreten sind.

Der angekündigte erste Band ist von Gräbner neu bearbeitet. Der Verfasser hat, ganz abgesehen von den durch die neuere Literatur seit 1908 bedingten sehr bedeutenden Ergänzungen und Abänderungen, großen Wert darauf gelegt die Sorauersche Einteilung des Stoffes möglichst beizubehalten, war aber doch dabei genötigt, eine Reihe von Änderungen und Umstellungen vorzunehmen, und dadurch eine schärfere Abgrenzung der Gebiete resp. Kapitel und somit dem Benutzer des Buches eine leichtere Orientierung über den Inhalt des Buches zu schaffen. Die Zahl der Abbildungen ist um 263 erhöht.

In einem allgemeinen Teil gibt der Verfasser zunächst einen ganz kurzen geschichtlichen Rückblick und erörtert dann das Wesen der Krankheit und dann die durch verschiedene geographische Lage des Standorts bedingten Wachstumsveränderungen. Der umfangreiche spezielle Teil behandelt in 6 Abschnitten 1. Die Krankheiten durch ungünstige Bodenverhältnisse — Luftarmut im Boden, Wasser- und Nährstoffmangel, Wasser- und Nährstoffüberfluß. — 2. Luftfeuchtigkeit und Bewegungen — Übermäßige Luftfeuchtigkeit, trockene Luft. — 3. Wärme und Licht — Wärmemangel, Wärmeüberschuß, Lichtwirkungen. — 4. Wunden — Wunden am Stamm und überjährigen Zweigen,

Wunden an jährigen (heurigen) Organen, Vegetation, Vermehrung. — 5. Gase und Flüssigkeiten — Gase, feste Auswurfstoffe, Abwässer, Wirkungen von Kulturhilfsmitteln. — 6. Enzymatische Krankheiten — Verschiebungen enzymatischer Funktionen. Nachträge und ein alphabetisches Sachverzeichnis beschließen das Werk, das allen Landwirten und Pflanzenpatologen als ein vortrefflicher Führer warm empfohlen werden kann. v. Seelhorst.

Die Notwendigkeit von Agrarzöllen in neuer Beweisführung. Von Dr. Kurt Ritter, Privatdozent an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin. (Agrarpolitische Aufsätze und Vorträge, Heft 4.) Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis Rm. 3.50 (Partiepreise: von 25 Stück ab je Rm. 3.—, von 50 Stück ab je Rm. 2.75, von 100 Stück ab je Rm. 2.55).

Der Streit über die Notwendigkeit von Agrar- und Industriezöllen ist Jahrhunderte hindurch in den verschiedenen Kulturstaaten geführt und je nach den zurzeit in diesen bestehenden wirtschaftlichen Verhältnissen in verschiedener Weise entschieden. Bei uns in Deutschland hat er besonders in den letzten 50—60 Jahren die öffentliche Meinung beschäftigt. Als die Deutsche Landwirtschaft im Anfang dieses Jahrhunderts eine Erhöhung der Anfang der 90er Jahre herabgesetzten Kornzölle forderte, erhob sich eine glücklicherweise ohne Erfolg von Brentano geführte Opposition gegen diese Forderung. Jetzt entbrennt der Kampf für und gegen Kornzölle aufs neue. Die Gefahr, daß der einseitige Konsumentenstandpunkt der großen Masse siegt, ist groß, besonders auch deshalb, weil einige Nationalökonomen, — die natürlich nicht von diesem ausgehen, sondern glauben, daß Kornzölle volkswirtschaftlich schädlich wirken müssen — sie bekämpfen. Daß das Gegenteil der Fall ist, daß der Agrarschutz absolut notwendig ist, wenn die Landwirtschaft, die jetzt das Rückgrat unserer Volkswirtschaft bildet, nicht schweren Schaden leiden soll, zeigt auf das überzeugendste die vorliegende Arbeit. Für alle die, welche für Kornzölle eintreten, bietet sie ein ganz vorzügliches Rüstzeug. In klarer überzeugender Weise zeigt Ritter, daß die besonders von Sering vertretene Ansicht, daß unter den heutigen weltwirtschaftlichen Verhältnissen die Deutsche Landwirtschaft sich auf den Export von Fleisch und Molkereiprodukten umstellen müsse, gänzlich abwegig ist — Vergleiche das über Heft 3 S. 149 Gesagte — und daß die Grundlage der Deutschen Land- und Volkswirtschaft der Körnerbau ist. Referent empfiehlt die Arbeit, welche die Frage, auf ein umfangreiches statistisches Material und zahlreiche Literaturnachweise gestützt, streng wissenschaftlich und somit objektiv behandelt, jedem, der sich über die wirkliche Lage der Deutschen Landwirtschaft und Volkswirtschaft in ihrer Abhängigkeit von der Weltwirtschaft unterrichten will, auf das angelegentlichste.

v. Seelhorst.

Der Torf und seine Verwendung von Johannes Steinert, Ingenieur-Chemiker in Hamburg-Fuhlsbüttel. Mit 65 Abbildungen. Berlin und Leipzig, Walter de Gruyter & Co., 1925.

Die Bedeutung des Torfs wird sehr verschieden hoch eingeschätzt. Es ist aber keine Frage, daß sehr bedeutende Werte in den Torflagern stecken. Worin diese bestehen und wie sie zu gewinnen sind, wird in sachkundiger Weise in dem angezeigten in der Sammlung Göschen erschienenen kleinen Band zur Darstellung gebracht. v. Seelhorst.

Der kleine Brockhaus, Handbuch des Wissens in einem Bande, wird enthalten über 40000 Stichwörter mit etwa 5400 Abbildungen und Karten im Text und auf 90 einfarbigen und bunten Tafeln und Kartenseiten sowie 37 Übersichten und Zeittafeln. Leipzig, F. A. Brockhaus.

Der kleine Brockhaus erscheint in einem Bande und in 10 Lieferungen. Lieferungsausgabe 2mal im Monat. Subscriptionspreis Rm. 1.90. Bandausgabe gebunden in Halbleinen Rm. 21.—, in Halbfranz Rm. 28.—. Nach Subscriptionsschluß — für die Lieferungsausgabe spätestens mit Erscheinen der letzten Lieferung für die Bandausgabe spätestens am 1. Okt. 1925 zu Rm. 2.10 resp. Rm. 23.— und 30.— (Preiserhöhung vorbehalten).

Gleich nach dem Krieg erschien der „Neue Brockhaus" das Handbuch des Wissens in vier Bänden; er erwies sich rasch als eine unerschöpfliche und unentbehrliche Wissensquelle. Aber die Gegenwart mit ihren nervenaufreibenden Forderungen zwingt jeden, Zeit und Geld auf das wirtschaftlichste auszunutzen. Für alle, die die Ausgabe für ein vierbändiges Werk scheuen, ist der Einbänder entstanden, der Kleine Brockhaus. Die uns vorliegende erste Lieferung umfaßt mit den Stichwörtern A—Bolschewismus eine überreiche Fülle von Stichwörtern aller Art und ist geschmückt mit vielen wertvollen und lehrreichen Bildertafeln und Karten, in und außer dem Text; auch prächtige bunte Bilder sind dabei. Außerdem enthalten die 80 Seiten der ersten Lieferung nicht weniger als 443 klar ausgeführte Textabbildungen. Wir möchten nicht verfehlen, unsere Leser sowohl auf den billigen Subskriptionspreis, der baldige Bestellung nahelegt, als auch auf das auf dem Umschlag der ersten Lieferung enthaltene verlockende Preisausschreiben aufmerksam zu machen.

Über Drainagen von Regierungs- und Baurat Heimerle, ord. Prof. der Kulturtechnik an der landw. Hochschule zu Bonn-Poppelsdorf. München, Verlag Josef Kösel und Friedr. Pustel, K. G., Verlagsabteilung Kempen, 1924. Aus der Sammlung „Lebende Bücher" herausgegeben von Adalbert Deckert.

Das vorliegende erste Heft der in der genannten Sammlung erscheinenden kulturtechnischen Entwürfe behandelt die Vorarbeiten, den Entwurf, die Ausführung und Unterhaltung der Röhrendrainagen unter Hinzufügung von Musterbeispielen, Zeichnungen und Plänen. Der Verfasser hat sich zur Aufgabe gestellt, den Landwirten Einblick in das Ganze der Röhrendrainage zu gewähren und durch Hinzufügung eines Quellennachweises auch ein tiefergehendes Studium derselben zu ermöglichen. Durch ein solches wird der Landwirtschaft ganz von selbst von der etwa gehegten Absicht Drainagen größeren Umfangs selbst vorzunehmen, abkommen und solche dem Kulturingenieur übertragen. Der Landwirt aber, der das Buch liest uud studiert, wird allen bei der Ausführung von Drainagen entstehenden Fragen gegenüber ein selbständiges Urteil gewinnen. v. Seelhorst.

Reprints from Journal of agricultural Research-Department of Agriculture. Washington.

1. **Relative Woter Requirement of Plants.** Vol. III, No. 1, by L. J. Briggs and H. L. Shantz.
2. **An automatic transpiration Scale of large Capacity for use with freely exposed plants.** Vol. V, No. 3, by Lyman, J. Briggs and H. L. Shantz.

3. **Hourly transpiration rate on clear days as determined by cyclic environ-mental factors.** Vol. V, No. 14, by Lyman, J. Briggs and H. Shantz.
4. **Daily transpiration during the normal growth period and its correlation with the weather.** Vol. VII, No. 4, by Lymen, J. Briggs and H. L. Shantz.
5. **Comparison of the hourly evaporation rate of atmometers and free water surfaces with the transpiration rate of medicago sativa.** Vol. IX, No. 9, by Lyman, Briggs and H. L. Shantz.
6. **Fungus fairy rings in eastern Colorado and their effect on vegetation.** Vol. XI, No. 5, by H. L. Shantz and R. L. Piemeisel.

Die sub 1—5 aufgeführten Arbeiten beschäftigen sich im weitesten Sinne mit dem Wasserhaushalt der Kulturpflanzen. Sie zeigen, welche Bedeutung die Amerikaner dieser Frage zumessen und welche Methoden sie bei Bearbeitung dieser anwenden. Besonders wertvoll ist für uns die erste Arbeit, die die Feststellung des Wasserverbrauchs einer großen Zahl von Kulturpflanzen — Arten und Varietäten — zur Erzeugung der Einheit Trockensubstanz zum Ziele hat. Sie ist eine wertvolle Ergänzung zu dem hierüber im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts von dem Referenten und seinen Schülern im Journal für Landwirtschaft gemachten Veröffentlichungen. In der vorliegenden Arbeit wird versucht, den reinen Wasserverbrauch der Pflanzen zu ermitteln, während bei den Göttinger Versuchen stets nur die Gesamtwasserabgabe des Landes — also der auf diesem stehenden Pflanzen und der Wasserverdunstung des Bodens — ermittelt ist. In der vorliegenden Arbeit ist versucht, lediglich den Wasserverbrauch der Pflanzen durch den Abschluß der Oberfläche der Töpfe von der Luft durch Deckel, welche lediglich kleine Öffnungen für den Durchgang der Pflanzen enthalten, zu ermitteln. Selbstverständlich sind dadurch die natürlichen Verhältnisse verändert. Die Bodendurchlüftung wird in hohem Maße verringert. Und da diese für die einzelnen Pflanzen von verschiedener Bedeutung ist, so entsteht hierdurch eine Fehlerquelle, die natürlich bei Bewertung der Resultate zu beachten ist.

Besonders mache ich auch auf die bei den Untersuchungen verwendeten Methoden und Hilfsmittel zur Bestimmung der Wasserabgabe und darauf aufmerksam, daß die Amerikaner in den Beobachtungsjahren festgestellt haben, daß die Insolation und die Wasserabgabe durch den Einfluß des Schutznetzes um 20% herabgesetzt sind.

Auf Einzelheiten einzugehen, verbietet bei der Fülle des in den 5 Heften niedergelegten Materials der Mangel an Raum. Ich muß mich damit begnügen, die Arbeiten Interessenten — Landwirten und Botanikern — zu empfehlen.

Das Heft 6 enthält sehr interessante Untersuchungen über die Bildung von Hexenringen. Die Anzahl von Pilzen, die diese verursachen, ist eine viel größere, als meist angenommen wird. Eine große Anzahl von Illustrationen geben ein klares Bild von der Art der Hexenringe. v. Seelhorst.

Sonderdrucke des Journal of Agricultural Research.

1. **Types of vegetation in the semiarid portion of the United states and their economic significance.** Vol. XXVIII, No. 2, by A. E. Aldous and H. L. Shanz.
2. **Indicator Significance of the natural vegetation of the southwestern desert region.** Vol. XXVIII, No. 8, by H. L. Shantz and R. L. Piemeisel.

Beide mit großer Sorgfalt ausgeführten, von vorzüglichen Standortsbildern begleiteten Arbeiten geben ein klares Bild von dem Einfluß der Standortsverhältnisse auf die Vegetation und klären somit das Bild über die Anpassung der Pflanzen an diese. Derartig sorgfältige Untersuchungen wie die angeführten sind mir in der deutschen Literatur leider nicht bekannt. v. Seelhorst.

Es sind noch folgende amerikanische Hefte eingegangen:

1. **47 annual report of the agricultural Experiment Station of Nebraska.** 1924.
2. **Effect of Enviroment of Potato Degeneration Diseases.** College of Agriculture University of Nebraska. Agricultural Experiment Station. 1924.
3. **Microsporogenesis of Ginkgo Biloba L.** with especial reference to the distribution of the plastide and to cell wall formation by Margaret Campbell Mann Univertity of California publications. 1924.
4. **Report of operation State Testing Mill.** Minneapolis. Bulletin 37 state of Minnesota State Departement of Agriculture. 1924.

Der unter 1 genannte Bericht verbreitet sich über die große Tätigkeit der Station, die sich auf alle Zweige der Landwirtschaft erstreckt und die intensive Arbeit der Station erkennen läßt. Die Station ist aber auch nicht durch Mangel an Mitteln beengt. Sie erhält jährlich von der Regierung der Vereinigten Staaten 30000 Doll. und vom Staate Nebraska rund 179000 Doll., also rund 850000 M. Wenn Geld auch nicht alles für den Erfolg bedeutet, so doch bei richtiger Benutzung, und diese scheint nicht zu fehlen — sehr viel. Unsere deutschen Versuchs-Stationen können mit ihren minimalen Mitteln trotz intensiver Arbeit nicht mehr mit den amerikanischen in nutzbringender Arbeit konkurrieren.

Neben dem erwähnten Bericht haben die unter 2 und 4 genannten noch ein größeres Interesse für die deutsche Landwirtschaft. v. Seelhorst.

Vom schweizerischen Bauernpiratorium liegen folgende Berichte vor:

1. **Untersuchungen betreffend die Rentabilität der schweizerischen Landwirtschaft im Erntejahre 1922/23 (1. März 1922 bis 28. Februar 1923).** II. Teil. Separatabdruck aus dem Landwirtschaftlichen Jahrbuch der Schweiz. 1924.
2. **Dieselben Untersuchungen für das Erntejahr 1923/24.** I. Teil. Separatabdruck aus dem Landwirtschaftlichen Jahrbuch der Schweiz. 1925.
3. **Nr. 76 der Mitteilungen. Die Viehverpfundung.** Bericht über eine Umfrage, bearbeitet von der Abteilung für landwirtschaftliche Kreditfragen des schweizerischen Bauernverbandes.
4. **Nr. 77 der Mitteilungen. Siebenundzwanzigster Jahresbericht** des leitenden Ausschusses des schweizerischen Bauernverbandes und des schweizerischen Bauernsekretariates.
5. **Erhebungen über den Betrieb und die Rentabilität der Bienenzucht im Jahre 1923.**

Aus den Betriebsergebnissen geht hervor, daß die Lage der schweizerischen Landwirtschaft im Jahre 1923 sich im allgemeinen günstiger gestaltet hat als in den Vorjahren und zwar beruht dies einmal auf der Steigerung des Rohertrags, der in allen Betriebszweigen mit Ausnahme des Obstbaues eine Steigerung erfahren hat, andererseits in der Abnahme des Betriebsaufwandes, der aber immer noch im Vergleich mit der Vorkriegszeit im Verhältnis von 100 zu 220 gestiegen ist. Das zweite Heft schließt mit den Worten: „Jede größere Senkung

der landwirtschaftlichen Produktenpreise, namentlich der Milch- und Viehpreise, würde sofort das Einkommen der Landwirte wieder in unerträglicher Weise beeinträchtigen. Der hohe Stand der Produktionskosten in der Landwirtschaft verlangt daher dringend eine Anpassung der landwirtschaftlichen Produktenpreise an die herrschenden Verhältnisse."

Das Heft 76 zeigt, daß die Viehverpfundung ein notwendiges Übel ist, das nur soweit unterdrückt werden kann, als die wirtschaftliche Lage, insbesondere der kleinbäuerlichen Bevölkerung, gehoben wird oder den bedrängten Landwirten andere Kreditquellen eröffnet werden. Die Verfasser schlagen den besseren Ausbau der Raiffeisenkassen vor, die besonders imstande sind, gerade solche Aufgaben wie die Viehverpfändungen und die Gewährung anderer kleiner Betriebskredite zu übernehmen, Geschäftszweige, welche von den Groß- und Mittelbanken wegen der hohen Spesen und der geringen Erträgnisse mehr und mehr verlassen werden.

Der Jahresbericht Heft 77 gliedert sich wie auch in den Vorjahren in 2 Teile. 1 in den Bericht des Bauernverbandes und in 2 den des Bauernsekretariats.

Im großen und ganzen umfassen die Berichte Zoll-, Steuer- und Handelsfragen und zeigen somit, wie die schweizerische Landwirtschaft diese behandelt. Sehr interessant sind die Notizen über den Personalbestand des Bauernverbandes und des Bauernsekretariats. In 6 Abteilungen werden im ganzen nur 60 Personen beschäftigt, eine im Vergleich zur Arbeitsleistung recht geringe Zahl.

Die Erhebungen über die Bienenzucht zeigen, welchen Schwankungen die Erträge derselben in den einzelnen Jahren unterliegen. Die für je 1 Standvolk errechneten Reinerträge schwanken in den Jahren von 1912 bis 1923 zwischen — 5,06 und + 112,55 Fr., übertragen im Mittel 17,77 Fr. Im Jahr 1923 ist der mittlere Reinertrag mit 10,05 Fr. angegeben.

Die Veröffentlichungen des schweizerischen Bauernsekretariats verdienen nach wie vor unsere Berücksichtigung. v. Seelhorst

Veterinärhygiene. Von Dr. Martin Klimmer, Ober-Medizinalrat, Professor in Leipzig. Vierte, neubearbeitete Auflage. 3. Band: Seuchenlehre. Mit 104 Textabbildungen und 2 farbigen Tafeln. Berlin, Verlag Paul Parey. Gebunden, Preis Rm. 25.—.

In der 4. Auflage seiner Veterinärhygiene hat Klimmer auch die Seuchenlehre als selbständiges Buch abgetrennt und sie durch Neuaufnahme der „Speziellen Seuchenlehre" wesentlich ergänzt. Alle 3 Bände der Veterinärhygiene: Gesundheitspflege, Fütterungslehre und Seuchenlehre bilden jetzt in sich abgerundete Einzelwerke. Wie die ersten beiden Bände, so zeichnet sich auch die Seuchenlehre durch eine knappe, aber dennoch erschöpfende und auch neueste wissenschaftliche Erkenntnisse berücksichtigende Bearbeitung des umfangreichen Stoffes aus. Die klare, faßliche Darstellung macht das Buch zugleich zu einem vorzüglichen Lehrbuch. Wenn das Werk auch in erster Linie für den Tierarzt und Studierenden der Tierheilkunde geschrieben ist, so eignet es sich auch als Nachschlagebuch für den wissenschaftlich gebildeten Landwirt, zumal eine ganze Reihe vortrefflicher Abbildungen das Verständnis erleichtert. Wer sich über Infektion und Immunität, alle anzeigepflichtigen und nicht

anzeigepflichtigen Seuchen und ihre Bekämpfung unterrichten will, wird in diesem Buch das Gewünschte finden. Sch.

Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haussäugetiere. Von Ellenberger und Scheunert. 3. Auflage. Mit 423 Textabbildungen. Berlin, Verlag Paul Parey. Gebunden, Preis Rm. 25.—.

Das vorliegende Werk ist zweifellos eins der bedeutendsten der auf dem Gebiet der Tierphysiologie bisher geschaffenen Sammelwerke. Eine ganze Reihe namhafter Forscher haben die verschiedenen Einzelgebiete bearbeitet und so ein Werk geschaffen, das in jeder Beziehung auf der Höhe der Wissenschaft steht. Nicht den geringsten Anteil haben daran die Herausgeber selbst, von denen verschiedene der wichtigsten Kapitel (z. B. Verdauung) bearbeitet sind. Eine gründliche Ausbildung in der Physiologie ist nicht nur für den Veterinärmediziner unerläßlich, auch der Landwirt, der auf dem Gebiete der Tierzucht oder der Fütterungslehre wissenschaftlich arbeiten will, kann das nur bei genügender Kenntnis physiologischer Vorgänge tun. Hier ist ein Werk, das in dieser Hinsicht allen Anforderungen gerecht wird. Sch.

Geschichte der Rübe (Beta) als Kulturpflanze von den ältesten Zeiten bis zum Erscheinen von Achards Hauptwerk (1809). Festschrift zum 75jährigen Bestande des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie von Prof. Dr. Edmund O. von Lippmann, Dr. Ing. E. h. der technischen Hochschule zu Dresden, Direktor der „Zuckerraffinerie Halle" in Halle a. S. Mit einer Abbildung. Berlin, Julius Springer, 1925. IV und 184 S. Preis geb. Rm. 12.—.

Der Verfasser hat ein Werk geliefert, das dauernd einen Platz in der landwirtschaftlich botanischen Literatur einnehmen wird. Mit unendlichem Fleiß hat er, wie aus der Vorrede hervorgeht, vom Jahre 1900 an das diesem Werk zu Grunde liegende umfangreiche Quellenstudium gemacht. Von welch ungeheurem Umfange dieses ist, zeigt fast jede Seite der Arbeit. Wir erfahren aus dem Werk, daß die ältesten Nachrichten über die Beta außerordentlich viel weiter zurückreichen als man sehr allgemein anzunehmen pflegt. Es bringt solche aus dem älteren Griechenland und dem älteren Italien, aus der römischen Kaiserzeit, aus Ägypten, Nord-Afrika und dem Orient, dann über das frühe Mittelalter hinweg bis in die Anfänge des 19. Jahrhunderts. Mit dem Fortschreiten der Zeit nimmt die Zahl der Angaben über das Vorkommen der Rüben, ihre Eigenschaften und ihre Benutzung sehr stark zu. Ums Jahr 1606 giebt Cäsalpinus die erste botanische Beschreibung der Beta. Von da ab finden sich in immer größerer Zahl Angaben über den feldmäßigen Anbau in England, Deutschland und Frankreich. Vom Jahr 1747 an, in dem Marggraf den Zucker in der Rübe entdeckte und besonders vom Jahre 1786 an, in welchem Archard seine vergleichenden Anbauversuche mit verschiedenen Rübensorten zur Feststellung ihres Zuckergehaltes begann, tritt die Bedeutung der Rübe als Zuckerlieferant in den Vordergrund. Es folgen dann ein besonderer Abschnitt über die Abstammung der Rübe, denen sich Ergänzungen und Nachträge anschließen. Den Schluß des Buches bilden ein Autorenverzeichnis, ein Verzeichnis der geographischen und Eigennamen und ein Sachregister. Nicht nur Landwirte und Botaniker sondern auch der kulturgeschichtlich interessierte Leser, wird dem Verfasser großen Dank für seine mühevolle und höchst interessante Arbeit wissen. v. Seelhorst.

De Inflord van grondsoort en bemesting op het gehalte onzer landbouwgewassen aan stikstof en aschbestanddeelen door J. G. Maschhaupt. s'Gravenhage, Gebr. J. u. B. van Langenhuysen.

Ich mache auf diese kleine interessante in den Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations Nr. XXXVIII, 1923, der eine deutsche Übersicht über den Inhalt angefügt ist, aufmerksam.

v. Seelhorst.

Erhebungen über die Rentabilität der Geflügelhaltung. Brugg, Verlag des schweizerischen Bauernsekretariats, 1925.

Dieser als Nr. 79 der Mitteilungen des Schweizerischen Bauernsekretariats erschienene Bericht zeigt, daß die Bedingungen für die Geflügelhaltung und somit auch ihre Rentabilität sehr verschieden sind. v. Seelhorst.

Leistungsprüfungen mit Rinderschlägen. I. Ostpreußen. Ausgeführt auf dem Koppehof, dem Versuchsgut der landwirtschaftlichen Hochschule Berlin unter Mitwirkung von E. Giese, W. Breuer und H. Vogel von Professor Dr. J. Hansen, Geh. Reg.-Rat. Mit 2 Tafeln 57 S. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1925. Preis Rm. 2.—.

In den landw. Jahrbüchern Bd. 40, 1911, Ergänzungsband I hat Hansen einen Gesamtbericht über die Ergebnisse der von Ramm begonnenen und von ihm durchgeführten Leistungsprüfungen von 8 Niederungs- und 4 Höhenschlägen veröffentlicht. Diesen folgten seine Veröffentlichungen über das Milchkontrollwesen, deren Bedeutung für die landw. Praxis zunächst in den Vordergrund zu treten schien. In dem vorliegenden Heft berichtet nun Hansen über neue Leistungsprüfungen, die er auf ihm aus der Praxis gewordenen Anregungen hin, wieder begonnen hat. Auf das klarste geht aus der Veröffentlichung hervor, daß die Leistungsfähigkeitsprüfungen einen großen praktischen Wert haben. Sie zeigen, daß es von großer Bedeutung ist, einmal Tiere zu züchten, welche eine hohe Leistungsfähigkeit besitzen, daß aber andererseits diese Tiere auch so zu füttern und zu halten sind, daß sie diese Leistungsfähigkeit zur vollen Entwicklung bringen können. Daß der Ausnutzung der vollen Leistungsfähigkeit vom wirtschaftlichen Standpunkt aus natürliche bestimmte Grenzen durch den Milchpreis und die Kosten und die Art der Fütterung gesetzt sind, ist selbstverständlich. Einer besonderen Empfehlung bedarf die Arbeit nicht. Hansens Name bürgt für ihre Güte und für ihren Wert für die landw. Praxis. v. Seelhorst.

Deutsche Monatsschrift für Arbeitsdienstpflicht begründet und herausgegeben vom Deutschen Bund für Arbeitsdienstpflicht Sitz Hamburg. Bezugspreis vierteljährlich Rm. 0.75, jährlich Rm. 3.—. Einzelheft Rm. 0.25.

Die Frage der Einführung einer Arbeitsdienstpflicht beschäftigt heute weite Kreise. Nun liegen die ersten 3 Nummern des II. Jahrgangs (1925) vor. Sie zeigen mir, daß alle, welche sich mit den Zwecken und Zielen der Arbeitspflicht vertraut machen und das für und wieder der Arbeitspflicht abwägen wollen, in dieser Monatsschrift einen Führer finden werden.

v. Seelhorst.

Die Erhöhung der landwirtschaftlichen Arbeitsleistungen durch Anwendung des Taylorsystems. Von Güterdirektor W. Lüders in Halle-Trotha. Zweite, durchgesehene Auflage. Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis Rm. 1,20. (Partiepreise: von 20 Stück ab je Rm. 1,—, von 50 Stück ab je Rm. 0,90.)

Der Titel der Arbeit ist meines Erachtens nicht ganz richtig gewählt. Das Taylorsystem kann als ganzes nicht in der Landwirtschaft angewendet werden, denn die in der Landwirtschaft tätigen Leute werden zu den mannigfachsten Arbeiten, die sich dazu noch unter den verschiedensten äußeren Bedingungen abspielen müssen, herangezogen. Wohl aber können auch in der Landwirtschaft bestimmte von Taylor angewandte Untersuchungsmethoden verwendet werden, die übrigens von einer Reihe praktisch beanlagter und denkender Landwirte auch schon lange benutzt sind. Dazu gehören sorgfältige Untersuchungen und Erwägungen über die zur Durchführung bestimmter Arbeitsleistungen notwendige Zeit, über die zweckmäßigste Anordnung und über die zweckmäßigste Entlohnung der Arbeit. Der Verfasser hat sich zum Ziel gesetzt, die praktische Landwirtschaft, soweit sie sich mit diesen Fragen nicht beschäftigt hat, auf die hohe Wichtigkeit des Gegenstandes hinzuweisen und den Nutzen der Beschäftigung mit diesem an Beispielen zu zeigen. Ich wünsche der kleinen nützlichen Schrift weiteste Verbreitung. v. Seelhorst.

Tiersoziologie. Von Dr. Friedrich Alverdes, a. o. Professor an der Universität Halle a. S. Leipzig, Verlag von C. L. Hirschfeld. 1925.

Die Arbeit bildet den ersten Band zu einem von Dr. Richard Thurnwald herausgegebenen Werk „Forschungen zur Völkerpsychologie und Soziologie". Im Vorwort sagt Dr. Alverdes: „Vorliegende Abhandlung will nach dem neuesten Stande der zoologischen und tierpsychologischen Forschung einen besonderen Abschnitt der vergleichenden Gesellschaftswissenschaft, die Tiersoziologie, zur Darstellung bringen." Aus dieser Einstellung erklärt sich die Anlage des Buches. Was für die Beurteilung der menschlichen Psychologie und Soziologie von Bedeutung ist, wird besonders berücksichtigt, Vergleiche mit menschlichen Verhältnissen werden häufig herangezogen. Ohne Zweifel ist das Studium der Tierpsychologie für die Erforschung menschlicher soziologischer Fragen von hervorragender Bedeutung und ermöglicht ein Verfolgen wichtiger Probleme in Ursprünge und Tiefen, zu denen die Betrachtung auch tiefstehender Völkerschichten nicht ausreicht. Das ganze Gebiet des Triebhaften, des Instinktiven kann wohl überhaupt erschöpfend nur mit Hilfe der Erforschung des Tieres behandelt werden. Hier bietet das vorliegende Buch ein reichhaltiges, übersichtlich geordnetes und kritisch gesichtetes Material. Wertvoll erscheinen auch die klaren Definitionen über grundlegende und oft verschwommene Begriffe wie Instinkt und Verstand, Sozietät und Assoziation u. a.

Mit dem vorstehenden soll nun nicht gesagt sein, daß der Verfasser die Tierpsyche vermenschlichte oder das Problem einseitig vom Standpunkt des Menschentums behandelte. Er geht stets vom Tier aus und sucht ein Hineinschauen menschlicher Denk- und Empfindungsart in das Tier sorgfältig zu vermeiden. Ob das immer gelungen ist (z. B. in den Kapiteln Verständigung und Nachahmung, reiner Instinkt, Gewohnheit, Tradition, Spiel) müssen — wie der Verfasser selbst andeutet — weitere sorgfältige Beobachtungen lehren. Daß kritisches Forschen unter Vermeidung falschen Deutens auf Grund mensch-

licher Analogiebegriffe auf dem ganzen Gebiet ebenso nötig wie bisher verhältnismäßig selten ist, macht das Buch gerade für den Landwirt besonders in seiner Eigenschaft als Tierhalter und Jäger interessant. Er ersieht hier, wo die Probleme liegen und worauf es ankommt. Die Beobachtungen, besonders an wildlebenden Formen können meist nicht willkürlich herbeigeführt werden, sondern müssen dem Zufall und der Gelegenheit überlassen werden. Diese Gelegenheiten dann durch scharfes Erfassen und sachliche Kritik nutzbar zu machen, kann das Buch jedem unseres Berufsstandes, der Interesse an den Problemen des Gebiets und Liebe zur Tierwelt hat, wertvolle Hilfe leisten. v. Sch.

Neunter Bericht über die **Versuchswirtschaft Lauchstedt** und zweiter Bericht über die **Versuchswirtschaft Groß-Lübars.** Versuchswirtschaften der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen. Umfassend die Jahre 1916—1923 mit Berücksichtigung der früheren Jahre. Unter Mitwirkung von Dr. F. Münter, Dr. J. Hahne und Administrator W. Grölber, herausgegeben von Prof. Dr. W. Schneidewind, Vorsteher der agrikulturchemischen Versuchsstation Halle a. S. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1925. Preis Rm. 4.—.

Diese Berichte — ein Sonderabdruck aus den landw. Jahrbüchern Bd. 61, Heft 5 — erstrecken sich 1. auf Düngungsversuche der verschiedensten Art, 2. auf Sorten-Anbauversuche, 3. auf Standweiten und Saatstärken, Versuche bei Kartoffeln, Zuckerrüben und Roggen und 4. auf Abbauversuche bei Kartoffeln. Die Resultate der Versuche 1—3 sind im höchsten Maße interessant. Wenn sie natürlich zunächst auch nur für Lauchstedt und Groß-Lübars gelten, so geben sie doch auch wichtige Hinweise darauf, was bei Düngungs-Sorten- und Standweiten-Versuchen zu erwarten ist. Ich empfehle deshalb diesen neunten Bericht des Prof. Schneidewind der landw. Praxis zu eingehendem Studium. v. Seelhorst.

Die Pflanzenbaulehre (Anbau der Kulturpflanzen). Ein Lehrbuch für landwirtschaftl. Schulen von L. Neye, Diplomlandwirt, Ökonomierat, Studienrat a. D. Mit 14 Tafeln farbiger Pflanzenbilder und vielen Textabbildungen. Neunte Auflage. Hildesheim, Verlag des Verfassers, 1925.

Die erste Auflage dieses Lehrbuchs ist im Jahre 1903 erschienen. Die jetzt vorliegende neunte zeigt deutlich, welcher Wertschätzung das Buch sich erfreut. Einer besonderen Empfehlung bedarf es deshalb nicht.

v. Seelhorst.

Geologie. Von Dr. Robert Potonié und Dr. Otto Seitz. Mit 150 Abbildungen. Oktav VIII, 274 Seiten. Berlin und Leipzig, Verlag von Walter de Gruyter & Co., 1925. (Bücherei für Landwirte, herausgegeben von Dr. Hans von Lengerken, a. o. Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, Band 1.)

Mit der vorliegenden „Geologie" beginnt eine von Prof. Dr. Hans von Lengerken herausgegebene „Bücherei für Landwirte" ihr Erscheinen. Diese Bücherei soll eine Sammlung kurz gefaßter Werke aus allen zur Landwirtschaft in Beziehung stehenden Wissensgebieten enthalten. Sie wendet sich

an den Studierenden, den Landwirtschaftslehrer, den Tier und Pflanzenzüchter und rechnet sowohl mit dem praktischen Landwirt als auch auf landwirtschaftlich sowie züchterisch interessierte Kreise im weiteren Sinne.

Wer, wie Referent, zu seinen Hörern Landwirte in größerer Zahl zählt, wird gewiß oft nach einem speziell dem landwirtschaftlichen Bedürfnissen angepaßten Lehrbuche der Geologie gefragt sein. In dieser Hinsicht war bisher die Empfehlung schwer. Gewiß gibt es recht gute geologische Lehrbücher, — aber sie behandeln den wissenschaftlichen Stoff im allgemeinen zu eingehend als daß sie gerade für die Bedürfnisse des Landwirts in Betracht kämen. Und wieder andere sind etwas zu populär gehalten. Mir scheint, daß die Potonié-Seitzsche „Geologie" einen guten Mittelweg hält. Sie verliert sich nicht zu sehr in Einzelheiten, deren Kenntnis dem Landwirt entbehrlich wären, und andererseits sind doch die wichtigsten Dinge der Geologie klar und sachgemäß gehandelt. Gewiß könnte die Kritik hier und da an Einzelheiten ansetzen, aber das ändert nicht viel an der Brauchbarkeit des Buches. Es behandelt die wesentlichsten Dinge der „allgemeinen" Geologie, wobei z. B. der Verwitterung und Bodenbildung besondere Kapitel gewidmet sind, und zum Schluß ist ein ganz knapper, aber nicht zum wenigsten darum begrüßenswerter Abriß der historischen Geologie (Formationskunde) angefügt, bei dem vielleicht entsprechend der besonderen Arbeitsrichtung eines der beiden Autoren die fossilen Pflanzen etwas mehr, als sonst zu geschehen pflegt, in den Vordergrund geschoben sind. Aber vielleicht schwebte dabei den Autoren vor, daß gerade die Entwicklung der Pflanzenwelt bei vielen Landwirten einem größeren Interesse begegnen dürfte. So wird also nach des Referenten Meinung das Buch seinen Zweck, den landwirtschaftlichen Kreisen die Grundbegriffe der Geologie zu vermitteln, erfüllen, und die „Bücherei der Landwirte" ist mit ihm bestens eröffnet. Prof. Stille-Göttingen.

Bijdragen tot de kennis van de **Provincie Groningen** en omgelegen Streken. van wege het natuurkundig genootschap te Groningen uitgegeven door het Central Bureau voor de kennis van de Provincie Groningen. Nieuwe reeks Tweede stuk. Groningen, den Haag 1923 by J. B. Wolters.

Die vorliegende von Herrn J. G. Maschhaupt, Direktor der ersten Abteilung der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Groningen verfaßte Arbeit „Verslag van een onderzock naar de Gesteldheid van den bodem in den dollard met het oog op inpoldering", der ein ganz kurzer deutscher Auszug beigefügt ist, beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit der Boden des Dollarts nach Eindeichung als Kulturboden brauchbar sein würde. Zu ihrer Klärung wurden an ungefähr 10 Stellen Bodenbohrungen gemacht und die dabei gewonnenen Bodenproben untersucht. Die sehr sorgfältigen, nach einem übersichtlichen Plan gemachten Untersuchungen stellen ganz langsame Bodensenkungen und ferner fest, daß weite Bodenstrecken und zwar etwa 4000 ha ihrer Zusammensetzung nach wohl die Eindeichung bezahlen werden und daß selbst gegen die Eindeichung von unbewachsenem Schlickerboden keine Bedenken bestehen. Die Arbeit bietet viel allgemein Interessantes. v. Seelhorst.

Zur Düngerwirtschaft der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Von

Dr. BESCHORNER.

Die Frage der Düngerwirtschaft der Vereinigten Staaten ist eng verbunden mit der Frage der Intensität der Landwirtschaft der Union überhaupt. Um erstere zu behandeln, ist es notwendig, die letztere vorher geklärt zu haben.

Ein gütiges Schicksal hat die Vereinigten Staaten mit außerordentlichen Naturschätzen beschenkt. Unter diesen steht an erster Stelle die landwirtschaftliche Produktionsfläche, der Boden. Schon die absolute Ausdehnung der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche ist außerordentlich. Hinzu kommt, daß diese Fläche sich über 23 Breitegrade erstreckt, daß alle möglichen Bodenarten vorkommen, die im allgemeinen über eine hohe, natürliche Fruchtbarkeit verfügen. Iofolgedessen eröffnen sich die verschiedensten landwirtschaftlichen Entwicklungsmöglichkeiten. Diese Umstände haben bei der Kolonisation des Landes eine hervorragende Rolle gespielt und die Bevölkerung der Union hat es verstanden, in Anpassung an die natürlichen Verhältnisse und Möglichkeiten die Landwirtschaft besonders in den letzten 50 Jahren außerordentlich zu entwickeln. Das einstweilige Endresultat sind charakteristische Landbaugebiete, die sich entweder unter dem Gesichtspunkt der Hauptnutzungsrichtung oder nach betriebswissenschaftlichen Grundsätzen unter Zugrundelegung der Art der Bodennutzung, bezw. der Bodennutzungssysteme abgrenzen lassen.

Den ersteren Weg beschritt einst ENGELBRECHT in seinen „Landbauzonen", auch die Amerikaner selbst benutzen diese

Systematik. Hiernach gehört das nördliche Seengebiet und die Neuenglandstaaten zum Gebiete von „hay and pasture". Östlich schließt sich daran an die Zone des Sommerweizens, die westliche Hälfte von Minnesota und die nordöstlichen Teile von Nord- und Süddakota umfassend. Dann folgt weiter nach Süden die „Maiszone", die ihre größte Ausdehnung in den Staaten Jowa, Illinois und Indiana erreicht, aber auch noch erhebliche Teile von Nebraska, Missouri und Süddakota umfaßt. Südlich dieser liegt der „Mais- und Winterweizengürtel." Er beansprucht im wesentlichen die Staaten Kansas, Missouri, Kentucky, Tennessee und Teile von Nordkarolina und Virginia. Südlich hiervon folgt die „Baumwollzone". Diese Kultur ist hauptsächlich heimisch in Arkansas, West-Texas, Mississippi, Louisiana, Alabama, Georgia, Südkarolina und Teilen von Nordkarolina. Eine letzte Zone umfaßt im Süden die Golfküste und Florida; diese „subtropical coast" produziert in erster Linie Reis, Zuckerrohr, Südfrüchte und Wintergemüse. Westlich dieser 6 Zonen dehnen sich die semiariden „Great plains". Ihre östliche Grenze bildet in Texas der 98. Längengrad, im mittleren Westen der 100. und im Norden der Oberlauf des Missouri. Die Steppe erstreckt sich westlich dieser Linie bis zum Fuße des Felsengebirges und bildet eine Zone der Viehzucht und Trockenfarmerei. In mancher Beziehung ähnliche Verhältnisse findet man im „Columbia Basin" in Ost-Oregon und Ost-Washington und den großen Tälern Kaliforniens. Die Landwirtschaft West-Oregons und West-Washingtons erinnert an die der Neuenglandstaaten. Was übrig bleibt ist das große „Intermountain Plateau" und seine Randerhebungen, Gebiete der Viehzucht und Bewässerungswirtschaften im Süden vielfach nackte Wüste.

Diese Einteilung nach Haupterzeugnissen war bislang in Deutschland nicht allzu gebräuchlich. Ich habe deshalb in einer früheren Arbeit versucht, eine Einteilung nach Betriebssystemen vorzunehmen, einmal um Vergleichsmöglichkeiten mit unseren Verhältnissen zu bekommen, des weiteren um ein wenig tiefer in das Wesen der amerikanischen Landwirtschaft einzudringen. Allerdings fehlt in der Union gänzlich die geschichtliche Begründung, die diese Systeme in Europa zum guten Teil finden. Der Amerikaner hat ganz vom Zweckmäßigkeits- und Rentabilitätsstandpunkt aus gearbeitet. Im folgenden darüber einige kurze Bemerkungen.

Die Feldgraswirtschaft erfreut sich in den Vereinigten Staaten einer erheblichen Ausdehnung. Sie ist zunächst einmal charakteristisch für das Gebiet, welches der Amerikaner mit „hay and pasture“ abgrenzt. Sie präsentiert sich so, daß in einer Rotation von Roggen, Sommerweizen, Silomais, Kartoffeln usw. sich stets eine mehrjährige Nutzung des Ackers als Wiese oder Weide einschiebt. Beliebt sind als Futterpflanzen besonders Klee und Timotheegras. Die Viehzucht dieser Gebiete ist sehr ausgedehnt und hochstehend; es handelt sich durchweg um edles, hochgezüchtetes Milchvieh.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich noch einmal in West-Oregon und West-Washington, nur ist die Landwirtschaft hier noch weniger intensiviert und durchgebildet.

Schließlich ist die Feldgraswirtschaft typisch für die Bewässerungswirtschaften der Täler des Felsengebirges und des „Great Basin“. Im übrigen sind diese Gebiete, besonders im Norden und Süden als extensive Weidegebiete anzusprechen. Abgesehen von den eigentlichen Randgebirgshöhen, ist das Gebiet sehr trocken und mit Steppenvegetation bedeckt, die im Süden in nackte Wüste übergeht. Früher gingen hier in strengen Wintern und Zeiten der Dürre hunderttausende Tiere ein. Durch solche Verluste klüger geworden, ging man dazu über, Futterflächen mit Hilfe künstlicher Bewässerung zu schaffen. Auf den bewässerten Äckern der Täler wechseln Getreide, Zuckerrüben und Luzerne einander ab. Besonders letztere, mehrjährig und ertragreich, liefert das Reserve- und Winterfutter für die gewaltigen Rinder- und Wollschafherden, die diese Regionen nutzen. Letztere zumal sind hier und in Texas in größtem Umfange vertreten. Allerdings weisen auch die Staaten südlich des nordamerikanischen Seengebietes namhafte Schafbestände auf; aber im letzteren Falle handelt es sich um Fleischschafe, deren Haltung auf ganz anderer Basis beruht. Auf 51 Millionen acres schätzen die Amerikaner die überhaupt bewässerbare Fläche des Westens; davon sind nach dem Zensus von 1920 19191716 acres bewässert, eine imposante Tat amerikanischen Unternehmungsgeistes. Bewässerte Flächen ähnlichen Umfanges finden sich in der Welt nur noch einmal in Indien und Südchina.

Die übrigen in der Union vorkommenden Anbausysteme gehören in die Kategorie der Felderwirtschaft. Hier grenzt sich zu-

nächst ab das Gebiet der semiariden „Great Plains", das „Columbia Basin" und die Täler Kaliforniens mit ihren Randgebieten. Hier herrscht auf unbewässertem Areal Viehzucht und „Dry farming" vor, welch letzteres darin besteht, daß üblicherweise Getreide (Weizen oder Gerste) mit Wasserbrache wechselt. Auf den bewässerten Äckern der Täler, insbesondere Kaliforniens, treibt man Anbau von Südfrüchten und in etwa Feldgraswirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Luzerne.

Eine weitere Zone bilden die nördlichen Prärieстaaten und diese ist in etwa identisch mit dem Sommerweizengebiet der Amerikaner. Hier wurde, ebenso wie in den östlichen Grenzgebieten der „Great Plains", ursprünglich höchst einseitig jahrelang Weizen oder Mais angebaut. Die fortschreitende Bodenerschöpfung zwang später zum Wechsel unter den Getreidearten und zur Einschiebung von Brache, Lein oder Futterpflanzen. Die Viehzucht tritt im nördlichen Teil dieser Zone zurück, im Süden ist sie umfangreicher, steht aber nur in losem Zusammenhang mit dem eigentlichen Ackerbau; die Herden grasen hier auf den natürlichen Futterflächen. Im übrigen fällt in dieser Zone die großzügige Mechanisierung der amerikanischen Landwirtschaft am meisten in die Augen.

Das südlich anschließende Gebiet zwischen Mississippi und 100. Längengrad einerseits und dem 36. und 44. Breitegrad andererseits zeigt wieder andere Verhältnisse. Hier schwindet die Brache, Leguminosen und Futterpflanzen schieben sich in großem Umfange in die Rotation ein, in der aber immer noch die verschiedenen Getreidearten, besonders Weizen und Mais dominieren. Der Luzerneanbau ist besonders bedeutend in den Grenzlandschaften der semiariden Great Plains, in den Staaten Kansas und Nebraska. In denselben Breiten östlich des Mississippi bis zur atlansischen Küste wird die Landwirtschaft noch intensiver. Das Areal der Leguminosen und Hackfrüchte nimmt zu, Stalldünger findet weitgehender Anwendung und die Viehhaltung ist intensiv. Die Landwirtschaft nimmt hier überhaupt mehr westeuropäisches Gepräge an. Jowa und seine Randgebiete, Indiana, Illinois und Ohio sind die Zentren der Schweineproduktion und Schweinemast. Jowa, Nebraska, Illinois, Oklahoma und das allerdings zum Süden zählende Texas sind die hauptsächlichsten Gebiete der Rinderzucht und Rindermast. Auf den Weiden des mittleren

Westens werden auch die Magerherden gemästet, die die Gebirgsstaaten und Great Plains erzeugen. Die größten Pferde- und Geflügelbestände weisen ebenfalls diese Staaten zwischen dem 36. und 44. Breitegrad auf.

Die Baumwollzone als letzte umfaßt den Rest der Union, also den Süden und Südosten. Abgesehen von Texas tritt hier die Viehhaltung ganz zurück. Baumwolle, Tabak, Reis und Zuckerrohr spielen die Hauptrolle neben Mais und Winterhafer. Sehr umfangreich ist der Anbau von Sojabohnen, Felderbsen und anderen Gründüngungsplanzen. Das übliche Rotationsschema besteht in einem Wechsel von Baumwolle, Mais und Hafer mit Leguminosen, letztere teils als Zwischen- oder Unterfrucht, teils als Hauptfrucht angebaut. Als Arbeitstier tritt hier das Maultier an die Stelle des Pferdes im Norden.

Wenn nun schon, wie bekannt, ein Bodennutzungssystem intensiver und extensiver gehandhabt werden kann, so repräsentieren doch die einzelnen Systeme, miteinander verglichen, bestimmte Intensitätsstufen.

Die Frage der Düngeranwendung steht nun hiermit in direktem Zusammenhang. Es liegt die Zeit noch gar nicht so weit zurück, da war von einer nennenswerten Kunstdüngeranwendung in den Vereinigten Staaten überhaupt nicht die Rede. Als die Kolonisation sich von Osten nach Westen vorschob, baute der Farmer an, was er zum Leben benötigte und evtl. am preiswertesten absetzen konnte. Der unerschöpfte Boden gab willig seine jährliche Ernte ohne besondere Anstrengung des Besitzers. War aber der Boden durch jahrelangen einseitigen Anbau einmal erschöpft, nun im Westen gab es Neuland genug! Erst als das gute Neuland knapper wurde und die großen Wanderungen langsam aufhörten, mußte der Farmer seßhaft bleiben und nach anderen Abhilfemitteln suchen. Zunächst setzte man an die Stelle einseitigen Anbaues die Rotation, die Getreide wechselten unter sich und später mit Brache und Leguminosen oder Futterpflanzen oder auch mit Baumwolle, Tabak und Hackfrüchten. Vom Anbau der Futterpfanzen, die zudem die Basis der Viehhaltung verbesserten, zur Anwendung der Gründüngung war nur ein Schritt. Noch vor 20 Jahren beschäftigten sich die Untersuchungen der amerikanischen Versuchsstationen in erster Linie mit Fruchtfolge, Sortenprüfung, Bodenbearbeitung, Viehzucht, Kolonisations- und

Bewässerungsmöglichkeiten, weniger mit Düngerfragen. Das ist anders geworden. Die ausbreitende Entwicklung der amerikanischen Landwirtschaft geht ihrem Ende entgegen. Das Intensivierungsproblem tritt in ein anderes Stadium und dabei erlangen die Düngesalze erhöhte Bedeutung.

Es erhebt sich zunächst die Frage: Wie groß ist der Düngerverbrauch der Union heute? Während die Anwendung von Stalldünger und Gründüngung statistisch kaum erfaßbar ist, gibt über den Kunstdüngerkonsum der Zensus von 1920 Auskunft.

Die Statistik zeigt, daß den größten Konsum Connecticut, New Jersey, Nord- und Süd-Carolina aufweisen. Erstere beiden profitieren von der Nähe der Riesenstädte und erzeugen mit fast gärtnerischer Intensivität Gemüse und Kartoffeln, während Carolina hochwertige Handelsprodukte erzeugt und dieserhalb schon immer berühmt war. Es folgen dann im Verbrauch Maine, Vermont, Delaware, Maryland, Georgia und Florida. Für Vermont und Delaware gilt das von New Jersey und Connecticut gesagte, Georgia gehört zu den fortschrittlichsten und reichsten Baumwollstaaten und Floridas Obst- und Wintergemüsebau ist ebenfalls bekannt. Alle übrigen Staaten wenden bis 1920 weniger als 1 $ pro acre an Kunstdünger auf. Den geringsten Konsum, weniger als 0,01 $ pro 1 acre, haben Montana, Wyoming, New Mexico, Arizona, Nevada, Nebraska und die beiden Dakota. Recht wenig (weniger als 0,1 $ pro acre) verbrauchen Illinois, Wisconsin, Jowa, Oklahoma, Kansas, Colorado, Utah, Idaho, Washington und Oregon. Wir finden darunter zunächst einmal alle Gebirgsstaaten des Westens außer Kalifornien, welches aber auch nur 0,279 $ pro acre konsumiert. Es handelt sich, abgesehen von West-Oregon und -Washington, deren Landwirtschaft schon oben als weniger entwickelt geschildert wurde, und abgesehen von den eigentlichen Gebirgshöhen, die für den Ackerbau überhaupt nicht in Frage kommen, um aride und semiaride Gebiete, deren Böden nicht ausgelaugt sind und die je nach ihrer Entstehung von außerordentlicher Fruchtbarkeit sein können, sofern nur die Salzkonzentration des Bodens nicht zu hoch ist und es nicht an genügend Wasser für die künstliche Bewässerung fehlt. Im übrigen ist bei dem hier üblichen und einstweilen allein möglichen Nutzungssystem auch nicht mit einem bedeutenden Düngerkonsum in absehbarer Zeit zu rechnen; eine Ausnahmestellung nehmen vielleicht die Täler

	Farmland 1000 acres	Angewandte Kunstdünger in 1000 $	Auf 1 acre Farmland-Dünger in $
Maine	5 426	7 759	1,43
New Hampshire	2 604	526	0,20
Vermont	4 236	857	0.20
Massachusetts	2 494	3 907	1,57
Rhode Island	332	380	1,14
Connecticut	1 899	4 894	2,58
New York	20 633	15 067	0,73
New Jersey	2 283	10 743	4,71
Pennsylvanien	17 657	15 628	0.88
Delaware	944	1 222	1,29
Maryland	4 758	7 610	1,60
Columbia	6	23	3,83
Virginia	18 561	17 278	0,93
W.-Virginia	9 570	1 710	0,17
N.-Carolina	20 022	48 797	2,44
S.-Carolina	12 426	52 547	4,23
Georgia	25 441	46 196	1,81
Florida	6 047	10 317	1,70
Ohio	23 516	13 206	0,56
Indiana	21 063	8 735	0,41
Illinois	31 975	2 996	0,09
Michigan	19 033	4 872	0,25
Wisconsin	22 148	780	0,04
Minnesota	30 222	433	0,01
Jowa	33 475	597	0,02
Missouri	34 775	941	0,11
North Dakota	36 215	120	0,003
South Dakota	34 636	34	0,001
Nebraska	42 225	65	0,002
Kansas	45 425	979	0,022
Kentucky	21 613	3 598	0,166
Tennessee	19 511	13 525	0,181
Alabama	19 577	4 066	0,718
Mississippi	18 197	4 288	0,236
Louisiana	10 020	3 840	0,383
Texas	114 020	1 831	0,161
Oklahoma	31 952	453	0,014
Arkansas	17 456	2 573	0,147
Montana	35 071	126	0,004
Wyoming	11 809	9	0,0008
Colorado	24 462	294	0,012
New Mexico	24 410	113	0,005
Arizona	5 802	41	0,007
Utah	5 050	109	0,022
Nevada	2 357	10	0,004
Idaho	8 376	106	0,013
Washington	13 245	526	0,040
Oregon	13 542	490	0,036
Kalifornien	29 366	8 183	0,279
U.S.A.	955 883	326 400	0,341

Kaliforniens ein. Die übrigen hier genannten Staaten gehören größtenteils in das Gebiet der semiariden Great Plains und der nördlichen Prärie, beides Gebiete relativ extensiver Landwirtschaft. In den Great Plains spielt die Wasserfrage die Hauptrolle. Ist diese nicht oder nur im Sinn der Trockenfarmerei zu lösen, so sind die Bedingungen für eine umfangreiche Anwendung von Kunstdünger kaum gegeben. Denn abgesehen von dem relativ hohen Reichtum des Bodens an Nährsalzen und der unbefriedigenden Wirkung angewandter Salze bei ungenügender Feuchtigkeit, bringt die gewöhnlich jedes 2. oder 3. Jahr eingeschobene Brache eine natürliche Regeneration des Bodens mit sich. Im Sommerweizengebiet gestattet es der Rentabilitätsstandpunkt einstweilen noch, Raubbau mit den Bodennährstoffen zu treiben. Will aber ein Ackerfeld hier gar nicht mehr tragen, so führt man durch vieljährige Brache eine natürliche Regeneration herbei.

Die besten Aussichten für eine demnächstige Zunahme der Kunstdüngeranwendung bieten einmal die Staaten zwischen dem 36. und 44. Breitegrad östlich des 100. Längegrades und ferner das Baumwollgebiet und die Nordoststaaten. Das Klima und die dort üblichen Anbausysteme und Kulturen gestatten einerseits an und für sich eine weitgehende Intensivierung, Stallmist ist nur in sehr begrenzter Menge verfügbar, somit muß die Entwicklung in absehbarer Zeit es mit sich bringen, daß eine vermehrte Anwendung von Kunstdünger notwendig und rentabel wird. Denn bei einer weiteren Intensivierung der Bodenkultur werden die bislang gebräuchlichen Mittel zur Hintanhaltung der Bodenerschöpfung nicht mehr ausreichen.

Der amerikanische Farmer zeigt größtes Interesse für Düngerfragen, und die maßgebenden Stellen haben sich frühzeitig veranlaßt gesehen, den Komplex der Düngerfragen näher zu untersuchen. War einmal die Frage nach der Rentabilität und Zweckmäßigkeit der Kunstdüngeranwendung bejaht, so harrte doch noch die schwierige Frage nach Form und Menge der Aufklärung. Letztere ist in großzügigster und vorbildlichster Weise in die Wege geleitet worden. Bekanntlich besitzen die Vereinigten Staaten eine große Anzahl von landwirtschaftlichen Instituten, die meist an eine Universität angeschlossen sind und gleichzeitig über eine landwirtschaftliche Versuchsstation verfügen. Ihre ideelle Spitze finden diese Institute im Agricultural Department

in Washington. Die landwirtschaftlichen Versuchstationen der Staaten sind allerdings dem Agricultural Department in Washington nicht eigentlich unterstellt, erhalten jedoch von der Bundesregierung einen Zuschuß in Höhe von 100% des eigenen Geldaufwandes. In vielen Fragen arbeiten die Stationen in engster Fühlung mit Washington. Für besondere Zwecke unterhält das Agricultural Departement daneben in bestimmten Gebieten von den Staatenverwaltungen unabhängige Stationen.

Wenn schon die amerikanischen Sachverständigen im einzelnen verschiedener Ansicht sind über die zweckmäßigsten Wege zur Lösung der Düngerfragen, so hat man sich doch offenbar entschlossen, nachdem man die unbefriedigenden Erfolge der auf im großen durchgeführten chemischen Bodenuntersuchungen fußenden Maßnahmen erkannte, in erster Linie durch Anwendung von Feldversuchen den Dingen näher zu kommen. Daß nebenher Vegetationsversuche und Laboratoriumsarbeiten nicht vernachläßigt werden, sei nur nebenher erwähnt. Eine wesentliche Vorarbeit hierzu hat der amerikanische Soil survey geleistet, der eine umfassende agronomische Bodenaufnahme durchführt. Die Karten dieser Bodenaufnahme bilden die Grundlage für die Verteilung der Feldversuche. Jede Versuchsstation, die einen bestimmten Staat bezw. Bezirk bearbeitet, ist bemüht, möglichst jede Bodenart und klimatische Lage des Bezirks, soweit sie wirtschaftlich von Interesse ist, für Versuche an Ort und Stelle heranzuziehen. Natürlich gibt es auch hier gute und weniger gute Versuchsanlagen, immerhin zeigen die vorliegenden Veröffentlichungen, daß sehr eifrig gearbeitet wird. Ohne auf Einzelheiten eingehen zu wollen, kann gesagt werden, daß, wenn systematisch auf jeder Bodenart in jeder Klimalage und zu allen wesentlichen Kulturgewächsen langjährige Versuche durchgeführt werden, eine sehr genaue Beurteilung der Düngergaben möglich werden muß. Die bei den Versuchen gewonnenen Ergebnisse werden, meist unter Beifügung von Rentabilitätsberechnungen, veröffentlicht. Ratsuchende Farmer werden durch besondere Beamte unterwiesen.

Welche Düngermittel finden nun in der Landwirtschaft der Vereinigten Staaten Anwendung!

1. Stalldünger. Derselbe erfreut sich steigender Beliebtheit. Seine Anwendung ist jedoch nur beschränkt möglich. Stalldünger sammelt sich nur da an, wo Vieh im Stall gehalten wird. Dies

trifft aber für große Gebiete der Union nicht zu; außerdem wird in den extensiven Zonen noch heute das Stroh meist, nachdem die Ährenköpfer ihre Schuldigkeit getan haben, verbrannt. Am häufigsten dürfte Stalldünger zur Anwendung kommen in den Neuenglandstaaten und in den mehrfach erwähnten Gebieten zwischen dem 36. und 44. Breitegrad und östlich des 100. Längegrades. Stallmist ist bekanntlich ein Universaldünger und vermehrt gleichzeitig die Hummussubstanz des Bodens. Die Böden der Union reagieren hervorragend auf eine derartige Düngung; nur eine Beidüngung von P_2O_5-Dünger hat sich in vielen Fällen als zweckmäßig erwiesen. Muß der Landwirt — was übrigens nur ausnahmsweise möglich ist — den Stalldünger von städtischen Ställen oder Militärposten kaufen, so bewirkt der hohe Preis, daß der Landwirt denselben Ernteeffekt durch eine entsprechende Kunstdüngermenge gewöhnlich billiger erzielt.

2. Gründünger. Die Anwendung von Gründünger ist sehr beliebt und fast in der ganzen Union üblich. In den nordöstlichen und den Staaten des mittleren Ostens dient hierzu Klee, Timothee oder Gemische beider, weiter nach Süden erscheinen Inkarnatklee, Kichererbsen, velvet beans, cow-peas, Sojabohnen, während in den Weststaaten besonders die Luzerne sich ausgedehnter Anwendung erfreut. Zum Teil werden diese Pflanzen nur zur Gründüngung verwandt, zum Teil dienen sie ein- oder mehrjährig vorher zur Futter- oder Körnergewinnung. Geheimrat Remy berechnet den N-Gewinn einer Leguminosengründüngung unter deutschen Verhältnissen, wenn die Leguminosen als Nebenfrucht gebaut werden, auf 50 kg pro Jahr und Hektar, wenn als Hauptfrucht gepflanzt, auf 150 kg pro Jahr und Hektar. Man ersieht hieraus, welche Stickstoff- und Humusmengen alljährlich dem amerikanischen Boden auf diese Weise zugeführt werden. Der N- und Humushunger der amerikanischen Böden ist gelegentlich so groß, daß z. B. durch Anwendung von Erbsen und Klee in dreijähriger Rotation bei Versuchen in Alabama [1]) die Baumwollerträge mehr als verdoppelt, die Maiserträge fast verdoppelt wurden. Eine Ausnahmestellung i. B. auf Anwendung von Gründüngung nehmen allerdings die semiariden Gebiete ein. Hier ist dieselbe nach Untersuchungen insbesondere der kalifornischen Versuchsstation nicht angebracht. Bei dem herrschenden

[1]) Alabama, Agr. Exp. Station 1923, Circular 48.

Wassermangel kommt keine Humifizierung der Masse zustande, sondern es findet zumal in warmen Klimaten eine Art direkter Oxydation statt, die den Boden nicht anreichert. Ehe im nächsten Jahr die Hauptfrucht den Humusstickstoff nutzen kann, ist derselbe verschwunden und außerdem der kostbare Wasservorrat des Bodens in gefährlicher Weise reduziert. In unbewässerbaren Wirtschaften wirkt eine ganzjährige Brache günstiger auf die Regeneration des Bodens.

3. Kalk. Die Anwendung von CaO, $Ca(OH)_2$, zerkleinerten Austerschalen und besonders von gemahlenen Kalksteinen ist sehr gebräuchlich geworden, und die Böden der humiden Zone reagieren fast immer günstig auf eine derartige Düngung. In semiariden Gebieten ist eine Kalkung nicht angebracht. Ein amerikanisches Sprichwort sagt: [1]):

Lime alone without manure,
Makes the farm and farmer poor; — but
Lime and legumes — vetch and clover
Make the old farm rich all ever.

4. Schwefel und Gips. Eine Düngung mit diesen Stoffen ist in Deutschland bislang nicht üblich. Man nimmt an, daß die Böden Deutschlands über einen genügenden Schwefelgehalt verfügen; zudem findet oft durch Düngung mit anderen Salzen wie $(NH_4)_2SO_4$ oder K_2SO_4 gleichzeitig eine Schwefeldüngung statt. Die Amerikaner haben jedoch diesbezüglich Versuche angestellt, vor allem in den Weststaaten, insbesondere in Oregon [2]) aber auch in Illinois Pennsylvanien usw. Ohne hier im einzelnen auf die Wirkung der Schwefeldüngung einzugehen, sei folgendes bemerkt: Es ist zulässig, eine Schwefeldüngung in Form von Reinschwefel zu geben, da die Böden über Bakterien verfügen, die Schwefel oxydieren, eine bemerkenswerte Tatsache, da Schwefel nur in Form von Sulfat von den Pflanzen aufgenommen wird. Auf den Alkaliböden des Westens wird Schwefel mit Erfolg zur Verbesserung der Bodenstruktur angewandt; allerdings ist bei diesen Maßnahmen die Möglichkeit künstlicher Bewässerung Vorbedingung. Die sich bildende Schwefelsäure löst hierbei zunächst bestimmte unerwünschte Bodensalze und die nachfolgende

[1]) New Jersey State Agric. College, Extension Bulletin 31, 1923.
[2]) Oregon Agr. College, 1923, Bulletin 199.

Bewässerung wäscht dieselben aus. Auf diese Weise werden gelegentlich sterile Salzböden für den Pflanzenwuchs zugänglich gemacht. Ferner begünstigt Schwefeldüngung die Löslichkeit von P_2O_5 und K_2O im Boden. Auf schwefelarmen Böden brachte eine entsprechende Düngung Erfolge bei Weizen, Kartoffeln, Rotklee, alsike, clover und besonders Luzerne. Als schwefelarm gelten in erster Linie die Basaltböden der Nordweststaaten. Schwefeldünger sollte stets nur in mäßiger Menge verabfolgt werden, und am besten wechselt Schwefel- und Kalkdüngung miteinander ab.

5. Kalidünger. Abgesehen von Notbehelfen während des Krieges kommt hierfür nur eingeführtes Kainit, K_2SO_4 und KCl in Frage. Im allgemeinen scheinen die Böden der Union reich an K_2O zu sein, denn oft genug gibt Kalidünger keinen Erfolg. Eine Ausnahme machen hier allerdings besonders die sandigen Böden des Südens.

6. Phosphorsäuredünger. Das Gegenteil läßt sich anscheinend von dem Phosphorsäuregehalt der amerikanischen Böden sagen. P_2O_5-Düngung findet sehr ausgiebig und fast stets mit Erfolg Verwendung; allerdings ist diese Ware auch relativ am billigsten. P_2O_5 wird in folgenden Formen gegeben: Thomasmehl, Knochenmehl, Rohphosphat und Superphosphat; letzteres, durch Aufschließen von Rohphosphaten mit Schwefelsäure hergestellt, wird bei weitem am meisten angewandt; die Anwendung von Thomasmehl ist sehr gering.

7. Stickstoffsalze. Die gebräuchlichsten Stickstoffsalze sind Chilesalpeter, Schwefelsaures Ammoniak, als Nebenprodukt der Gasfabrikation gewonnen, und eine Anzahl organischer Dünger, insbesondere Blutmehl, Kadavermehl, Fischmehl und Baumwollsaatmehl. Die Stickstoffgewinnung aus der Luft tritt demgegenüber zurück. Allerdings sind während des Krieges in der Union zwei Stickstoffwerke entstanden, die nach dem Kalkstickstoffverfahren arbeiteten. Nachdem nun auch die Düngerherstellung für diese Fabriken in Frage kommt, wurden in den Jahren 1919—1921 interessante Versuche[1]) mit verschiedenen N-Düngern ausgeführt, die durch Umwandlung von Kalkstickstoff erhalten wurden. Es handelt sich um folgende:

[1]) U. S. A. Dep. of Agr. 1924, Bulletin 1180.

	Gehalt in %		
	NH_3	P_2O_5	K_2O
Kalkstickstoff (hydrated and oiled)	22,5	—	—
Ammoniumnitrat (grained)	41,2	—	—
Chlorammonium	31,0	—	—
Schwefelsaures Ammoniak	25,3	—	—
Ammoniumphosphat ($NH_4H_2PO_4$)	13,9	47,0	—
Ammoniak Superphosphat	5,4	13,5	—
Harnstoff	55,5	—	—
Urephos	7,0	4,45	—
Kalziumnitrat (grained and coated)	15,9	—	—
Natriumnitrat	18,6	—	—
Doppelsalz $2NH_4NO_3 + (NH_4)_2SO_4$	32,5	—	—
Mischsalz $NH_4NO_3 + KCl$	16,5	—	30,2
„ $2NH_4NO_3 + K_2SO_4$	19,0	—	25,0

Gleichzeitig wurden dabei kalzinierte Phosphate, basische Schlacken usw. untersucht. Die Versuche wurden durchgeführt zu Hackfrüchten, Tabak, Getreide, Futterpflanzen, Baumwolle, Mais und Gräsern. Über den Erfolg nur folgendes:

Kalkstickstoff wirkte in verschiedener Hinsicht nicht befriedigend. NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$ und $NaNO_3$ waren praktisch gleichwertig, nur war Ammoniumnitrat sehr hygroskopisch. Ebenso wirkte das Doppelsalz ähnlich wie seine Komponenten. Auch die Wirkung der Mischdünger war den Standartsalzen $NaNO_3$ und $(NH_4)_2SO_4$ entsprechend. NH_4Cl erwies sich $(NH_4)_2SO_4$ gleichwertig, nur bei einigen hohen Gaben verursachte es vorübergehende Wachstumsstörungen und etwas geringeren Ertrag. Harnstoff erwies sich $NaNO_3$ gleichwertig, die Ergebnisse mit Urephos waren nicht eindeutig. Im übrigen zeigten diese und andere Versuche, daß $NaNO_3$ besonders günstig zu Baumwolle wirkt, während $(NH_4)_2SO_4$ vom Mais bevorzugt wird. Vierzigjährige Versuche der Versuchsstation in Pennsylvanien[1]) eröffnen, daß bei jährlicher Verabfolgung von $(NH_4)_2SO_4$ von Zeit zu Zeit eine Kalkung notwendig ist.

Was die Anwendung der Dünger in den Vereinigten Staaten angeht, so ist bei Stalldünger, Gründünger und Kalk kein sonderlicher Unterschied zu unseren Verhältnissen festzustellen. Anders liegen die Dinge bei den Kali-, Phosphor- und Stickstoffdüngern. Diese werden fast ausschließlich als Mischungen dieser drei Hauptnährstoffe in den Handel gebracht und angewandt. Wie sich das Verhältnis von Mischdünger zu Einzeldünger stellt, ist z. B. aus folgender Tabelle zu sehen.

[1]) Bulletin 175, 1922.

Düngermenge für Ohio für die Jahre 1922 u. 1923.[1])

Ohio-Stanßart-Mischungen

	1923	1922		1923	1922
	tons			tons	
0—16— 0[2])	133 939	166 652	2— 8— 5	1 404	1 164
0—20— 0	31 794	21 819	0—14— 0	1 196	1 565
1— 8— 5	1 166	—	3— 8—10	1 214	—
1—10— 2	1 164	656	1— 8— 1	1 127	5 209
2—12— 2	18 966	10 230	½—11— 1	1 023	1 446
0—10—10	10 234	2 201	2— 8— 8	1 017	1 116
2—16— 2	6 557	3 849	0—12— 6	980	—
0—18— 0	5 025	2 609	2—12— 4	870	—
0—14— 4	3 759	247	$NaNO_3$	819	170
3— 8— 6	2 377	27	0—10— 4	702	2 925
2—12— 6	2 058	76	1— 9— 4	667	—
3—12— 4	805	0	KCl	580	73
2—14— 2	292	0	1—10— 3	551	833
4—12— 0	40	0	$(NH_4)_2SO_4$	336	367
1— 8— 4	11 409	7 470	½—10— 1	—	989
Knochenmehl	9 934	8 620	2—14— 0	—	737
0—10— 5	7 029	6 888	½—12— 0	—	1 103
2— 8— 2	5 277	9 077	2—12— 0	—	2 455
0—12— 4	4 957	2 936	2—12— 2	—	2 239
2—12— 3	3 524	3 296	0—12— 2	—	1 778
1— 8— 2	3 392	5 977	2—10— 4	—	1 752
2— 8—10	3 278	1 416	1— 9— 1	—	1 576
1— 8— 3	2 518	4 001	1— 8—10	—	1 087
1— 8— 7	2 009	1 366	½— 8— 1	—	1 028
0—12— 5	1 901	3 145	0—10— 8	—	848
1—10— 1	1 702	1 151	½—16— 0	—	809
1—11— 3	1 565	1 242	0— 9— 5	—	574
0—10— 2	1 480	2 824	2— 8— 3	—	502
1—12— 1	1 417	2 112	Andere	11 066	8 663
			Total	303 120	310 885

Es ist aus obigem erklärlich, daß die amerikanischen Dünger-Firmen auf die Mischbarkeit der Dünger stets größten Wert legen. Die Mischungen werden aus allen möglichen organischen und anorganischen Abfällen hergestellt, denen soviel KCl, Superphosphat und Stickstoffsalz zugesetzt wird, daß der gewünschte Gehalt herauskommt. Die Mischungen sind im allgemeinen sehr niederprozentisch. Ein Gesamtnährstoffgehalt von 14 % galt bisher als hoch, 16 % im Nährstoffgehalt wurde nur selten überschritten, der Anteil der unproduktiven Ballaststoffe war also relativ hoch. Und noch etwas springt in die Augen, nämlich die auffallend hohe Zahl der Mischungen. Dafür noch ein Beispiel. Die Versuchs-

[1]) Ohio Dep. of Agric. report on feed stuffs, commercial fertilizer and agricultural lime and limestones, 1923.

[2]) Lies: $N—P_2O_5—K_2O$.

station von New Jersey[1]) stellt für 1922/23 1482 Sorten von Düngern bezw. Düngermischungen fest. Davon wurden 929 untersucht. Unter diesen enthielten

$N + P_2O_5 + K_2O$ . . .	448	
$N + P_2O_5$	25	
$K_2O + P_2O_5$	2	
Wiederholungen . . .	63	
Hausmischungen . . .	32	(die oft recht befriedigend sind)
Humus und Stalldünger .	13	
Einzeldünger	186	
Knochenmehl	35	
Sonstige	125	

An und für sich muß allerdings, wenn man auf Grund von Versuchen für jedes Klima und jede Bodenart und zu allem in Frage kommenden Pflanzen eine spezifische Mischung empfiehlt, die Zahl der Mischungen groß sein. Immerhin dürften aber auch unter Berücksichtigung dieses Gesichtspunktes heute zuviel im Handel sein. Diese Tatsache wird von den Versuchsstationen auch längst eingesehen und ebenso von den Mischwerken anerkannt. Man ist bereits sehr eifrig bestrebt, die Zahl der Mischungen zu reduzieren durch Aufstellung von Standartmischungen für die einzelnen Pflanzen auf den verschiedenen Bodenarten.

Schließlich ist für den Durchschnitt der Mischungen noch folgendes charakteristisch. Zunächt ist der Kaligehalt sehr gering, er überschreitet nicht oft 4%, der Phosphorsäureanteil ist sehr erheblich und beträgt oft über 10%. Der N-Gehalt ist ebenfalls gering und beträgt höchstens bis zu 4%, meist aber nur 2%. Es wurde bereits oben erwähnt, daß im allgemeinen die amerikanischen Böden nicht kaliarm zu sein scheinen. Auffällig dagegen ist der geringe N-Gehalt der Mischungen. Dabei ist der Humusgehalt der Böden alter Kulturgebiete, des Südens und der ariden Zone gar nicht erheblich. Im Gegenteil, meist hat jahrelanger Raubbau erheblich damit aufgeräumt. Zur Erklärung obiger Tatsachen kann nur zweierlei herangezogen werden. Zunächst einmal der relativ bedeutende Umfang der Gründung, die ja ausschließlich eine Stickstoff- und Humusdüngung darstellt, und deren Nachwirkung auf humiden Böden 1—2 Jahre anhält.

Das zweite ist der relativ hohe Preis für N-Dünger in Amerika. Es kostete nach dem Bericht der New Jersey Versuchsstation im Jahre 1923 der Stickstoff je lbs in cents:

[1]) New Jersey Bulletin 393/395, 1923.

Nitratstickstoff	20 cents.	P_2O_5 unlösliche	2 cents
Ammoniakstickstoff . . .	20 „	K_2O wasserlösl. als Ka_2SO_4	6 „
N organisch in Mischungen	31 „	„ „ „ KCl .	4 „
P_2O_5 lösliche	5 „		

Des weiteren ist zu bemerken, daß im allgemeinen auch die intensivere Landwirtschaft bestimmter Zonen der Union nicht die Höhe gut geleiteter Deutscher Betriebe erreicht. Schon die berühmt gewordene Mechanisierung bedingt eine gewisse Extensität. Infolgedessen ist auch die Bodenerschöpfung in der Union nicht so stark, weil die Ernten nicht so hoch und die Fruchtfolgen nicht so nährstoffzehrend sind. Abgesehen von den Raubbaugebieten hat außerdem der Boden häufig durch Einschieben von Brache oder Futterbau Zeit zu natürlicher Regeneration. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß die amerikanische Landwirtschaft in gewissem Sinne an einem Wendepunkt angelangt ist. Mit zunehmender Knappheit an neuen kultivierbaren, guten Böden wird man eben von den vorhandenen Flächen mehr produzieren müssen. Das aber wird ohne vermehrte N.-Anwendung nicht möglich sein, zumal bei einer solchen Intensivierung noch Umstellungen in der Fruchtfolge notwendig sein werden.

Schließlich noch ein Wort über die Anwendung von Mischdüngern überhaupt. Verfügt ein Land über große Flächen gleichmäßigen Bodens oder ist die landwirtschaftliche Bevölkerung eines Gebietes weniger im Bilde über Zweckmäßigkeit und Wirkung der einzelnen Bodennährstoffe bezw. Düngesalze, so dürfte die Anwendung von Mischungen nach amerikanischem Muster empfehlenswert sein. In allen anderen Fällen aber wird der Landwirt stets bei Einzelanwendung der Nährsalze die größere Belance- und Gewinnmöglichkeit in der Hand haben. Daß in beiden Fällen der Landwirt über den Nährstoffgehalt seines Bodens und Nährstoffentzug durch seine Ernte unterrichtet sein sollte, ist selbstverständlich. Zu erwähnen ist übrigens, daß Mischungen nach alter Erfahrung immer ein beliebtes Objekt für Fälschungen sind. Die Union hat diese Gefahr allerdings durch die sehr strengen Fertilizer-Law's so gut wie zu beseitigen verstanden.

Wir sind zu Ende. Ohne daß obige Skizze auf Vollständigkeit Anspruch erhebt, zeigt sie das Charakteristische der amerikanischen Düngerwirtschaft und die ernste, großzügige Arbeit der Amerikaner zur Lösung der verschiedenen Probleme.

Untersuchungen über Entwicklung und Zusammensetzung der Kartoffelpflanze unter dem Einfluß verschiedener Düngung.

Von

WERNER HUXDORFF.

Die bisher veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeiten, die sich mit einer Untersuchung der Beeinflussung der Kartoffel durch verschiedene Düngung befassen, behandeln in ihrer größeren Mehrheit die Frage, wie die Zusammensetzung des Aschengehaltes der Knollen sich während der Vegetation ändert. Nur sehr wenige Abhandlungen beschäftigen sich mit der Einwirkung der Nährstoffe auf die Ausbildung der Gewebe und auf den vegetativen Aufbau des Krautes und der Knollen. Eine zusammenfassende Betrachtung über alle diese Veränderungen bei derselben Pflanze lag bisher noch nicht vor. Und doch wird es nur auf Grund einer solchen zusammenfassenden Betrachtung möglich sein, ein deutliches und übersichtliches Bild über die Auswirkung der einzelnen Nährstoffe oder Nährstoffkombinationen zu bekommen, um dadurch zur Lösung der Frage beizutragen, unter welchen Nährstoffverhältnissen sich das Leben der Kartoffel am günstigsten gestaltet.

Zu den Untersuchungen wurden als Material Kartoffeln des Göttinger E-Feldes benutzt; die gefundenen Ergebnisse verdienen insofern Interesse, als auf dem E-Feld schon zwei ähnliche Arbeiten angefertigt waren von Hecke und Rostworowski. Hecke hatte im Jahre 1895 Untersuchungen angestellt über den Verlauf der Nährstoffaufnahme der Kartoffelpflanze bei verschiedenen Düngungen.[1]) Rostworowskis Arbeit aus dem Jahre

[1]) Journ. f. Landw. 1895.

1912 behandelte die Wirkung der einseitigen Düngung auf die Zusammensetzung der Kartoffelasche.[1]) Auf Grund der Ergebnisse jener Arbeiten und der vorliegenden Untersuchungen wird es zugleich möglich sein, einen Einblick zu bekommen, wie sich die Parzellen des Göttinger E-Feldes infolge der einseitigen Düngung im Laufe der Jahre verändert haben.

Nährstoffverhältnisse des Göttinger E-Feldes.

Das Göttinger E-Feld wird seit 1874 nach einem bestimmten Plan gedüngt und seit 1897 in fester Fruchtfolge bewirtschaftet; es eignet sich daher in hervorragendem Maße zum Studium der Wirkung einseitig und unvollständig gedüngten Bodens. Das E-Feld ist in acht Schläge eingeteilt; jeder Schlag des Feldes liegt in acht Teilstücken von je 50 qm, die nach folgendem Plane gedüngt werden:

1	2	3	4	5	6	7	8
K	N	P	KNP	O	KN	KP	NP

Die Parzellen sind durch 50 cm breite Wege von einander getrennt und an den Seiten des E-Feldes mit 1 m breiten Schutzstreifen versehen.

Tabelle 1.

Gehalt von 100 g wasserfreiem Boden an wurzellösl. Kali, Phosphor, Stickstoff.

Parzelle		K mg	N mg	P mg	KNP mg	O mg	KN mg	KP mg	NP mg
Kali	Krume	35,00	8,69	4,10	34,56	9.29	44,58	43,28	5,77
	Untergr.	—	6,98	5,08	18,47	5,44	15,31	13,20	3,56
Phosphor	Krume	9,25	8,00	12,86	14,32	10,50	10,94	15,06	13,07
	Untergr.	8,14	10,07	11,52	14,25	7,51	10,11	15,03	11,85
Stickstoff	nach BEHRISCH	114,9	115,4	112,7	114,0	108,3	105,7	98,1	101,8
	nach v. SEELHORST	111,0	118,0	108,0	102,0	111,0	112,0	107,0	110,0

Auf den Parzellen ist naturgemäß sehr bald eine Ausraubung der nicht in der Düngung gegebenen Nährstoffe eingetreten. Wie weit diese Ausraubung gegangen ist, wurde im Mai 1924 durch eine Bodenuntersuchung nach der Methode NEUBAUER sehr gut

[1]) Journ. f. Landw. 1912.

geklärt. (Tab. 1.) Die Bodenprobe wurde allerdings nicht dem Schlage, auf dem die untersuchten Kartoffeln gestanden hatten, sondern einem andern Schlag des E-Feldes entnommen; doch ist bei der regelmäßig durchgeführten Fruchtfolge und gleichmäßigen Behandlung der Teilstücke mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, daß die Unterschiede in den Bodennährstoffmengen zwischen den entsprechenden Parzellen mit derselben Düngung nur sehr gering sind; es wird daher berechtigt sein, anzunehmen, daß die für den einen Schlag gemachten Feststellungen auch für einen anderen zutreffen.

Zur Zeit dor Probeentnahme war die Düngung in den Ausmassen, wie jährlich auf allen Schlägen üblich ist, schon vollzogen; durch sie wird nur eine geringe Beeinflußung der Nährstoffvorräte des Bodens stattgefunden haben.

Über den Stickstoffgehalt des E-Feldes waren die letzten Untersuchungen im Jahre 1921 von Behrisch[1]) ausgeführt; zum Vergleich sind in der Tabelle die Ergebnisse herangezogen, die v. Seelhorst[2]) für das Jahr 1901 angibt. — Nach den neusten Forschungen sollen zur Erzielung einer Kartoffelhöchsternte in 100 g wasserfreiem Boden 37 mg Kali und 10 mg Phosphor in pflanzenlöslichem Zustand vorhanden sein. — Interessant ist daraufhin ein Vergleich der Nährstoffvorräte der Parzellen KNP und KN: Die Parzelle KN scheint mit 44,58 mg Kali und 10,94 mg Phosphor besser dazustehen, als Parzelle KNP mit 34,56 mg Kali mit 14,32 mg Phosphor; jedoch geht aus den Ergebnissen der Gesamternte (Tabelle 11) hervor, daß die Parzelle KNP 53,2 g oder ungefähr 10% mehr Knollen geliefert hat. Da auch in der Gesamtentwicklung des Krautes KN von KNP übertroffen wurde (Tab. 8), ist diese Mehrleistung nur durch einen geringeren Stickstoffgehalt der Parzelle KN zu erklären. In der Tabelle wird diese Annahme bestätigt; trotz der jährlich gleichmäßig erfolgenden Stickstoffdüngung war Parzelle KN stärker an Stickstoff ausgenutzt. Der Unterschied betrug im Jahre 1921 8,3 mg oder ungefähr 8%. Er ist allerdings nur geringfügig. Anscheinend ist doch der höhere Phosphorsäuregehalt des Teilstücks mit Volldüngung von Bedeutung gewesen.

---

[1]) Chemische Untersuchungen über die Nährstoffverhältnisse des Göttinger E-Feldes S. 49.

[2]) Das E-Feld des landw. Versuchsfeldes der Univers. Göttingen S. 41.

Ebenso interessant ist ein Vergleich der Parzelle P mit der ungedüngten Parz. O. Die Erträge an Kartoffeln waren nicht nur in dem betreffenden Versuchsjahr, sondern auch vorher auf der Parzelle O regelmäßig höher als auf Parz. P (vergl. von SEELHORST, das E-Feld des landw. Versuchsfeldes der Univers. Göttingen S. 39). HECKE[1]) machte bei seiner Arbeit dieselbe Feststellung; er führte als Grund für die schlechtere Entwicklung und den Minderertrag eine Schädigung des Wurzelsystems durch Phosphor an. Tatsächlich war ja der Gehalt an Phosphor bei Parzelle P um 2,36 mg höher als bei Parzelle O; aber es ist nicht anzunehmen, daß dieser geringe Unterschied schon genügte, um den Ertrag herabzusetzen. Die Ursache hierfür lag jedenfalls in dem Gehalt des Bodens an Kali: Parzelle P hatte auf 100 g wasserfreien Boden nur 4,10 mg Kali, Parz. O dagegen 9,29 mg. Bei der Wichtigkeit des Kalis für das Wachstum der Kartoffel erscheint es berechtigt, den geringeren Ertrag auf den größeren Kalimangel zurückzuführen.

Der Gehalt an Phosphor war auch bei den nicht mit diesem Nährstoff gedüngten Parzellen verhältnismäßig hoch; eine direkte Ausraubung hat trotz 50jähriger unzureichender Düngung noch nicht stattgefunden. Aus diesem Grunde werden bei den Pflanzen der erwähnten Parzellen richtige Phosphor-Mangelerscheinungen nicht auftreten können. Der Ertrag wird auf ihnen höher und der vegetative Aufbau wie der Aschengehalt anders sein, als nach der Düngung allein zu erwarten wäre.

Witterungsverhältnisse 1923.

Tabelle 2.

Zeit	Temperatur in 10 cm Tiefe °	Maximal Temper. °	Minimal Temper. °	Regen Höhe mm	Sonnenschein in Stunden Stunden
Mai	12,4	13,80	7,40	126,0	136
Juni	12,9	15,08	8,16	62,9	70
Juli	29,0	24,70	12,40	51,7	241
August	18,1	21,35	10,26	61,2	211

Die Witterungsverhältnisse des Jahres 1923 (Tab. 2) wichen von dem Durchschnitt der letzten Jahre ab: sie zeigten eine größere Regenhöhe, die sich besonders im Mai bemerkbar machte.

[1]) Nährstoffaufnahme der Kartoffelpflanze bei verschiedenen Düngungen S. 401.

Dadurch wurde die Anfangsentwicklung der Kartoffeln gefördert und es ist anzunehmen, daß die Unterschiede zwischen den Pflanzen der einzelnen Parzellen dadurch gut herausgearbeitet wurden. Andererseits brachte der häufige Regen den Nachteil, daß die Ernten während der Vegetation nicht wie beabsichtigt alle 14 Tage, sondern in unregelmäßigen Zeiträumen vorgenommen werden mußten. — Sehr störend wirkte ein Hagelschlag nach der fünften Ernte im Anfang August, der durch die starke Beschädigung das Absterben der Pflanzen beschleunigte und eine genaue Beobachtung desselben verhinderte.

Anlage des Versuchs.

Als Versuchsmaterial diente die Ebstorfer Juliperle. Vorfrucht waren Vietsbohnen. Die Bestellungsarbeiten waren folgende:

17. November 1922: umgegraben;
29. März bis 5. April: gedüngt;
Parz. 1 4 6 7 je 1 kg 50prozent. Kali;
„ 3 4 7 8 je 1 kg 18prozent. Superphosphat;
„ 2 4 6 8 je 2 kg 21prozent. Ammonsulfat;
15. April gehackt, doppelt geeggt, Kartoffeln ausgelegt: 50 : 50 cm.
18. Mai: Aufgang;
2. Juni: Mit Hackpflug gehackt;
8. Juni: Mit Handhacke gehackt.

Eine Beeinträchtigung der Pflanzen durch Krankheiten und Schädlinge fand nicht statt.

Während der Vegetation wurden 6 Ernten vorgenommen: am 7. und 26. Juni, am 7. und 20. Juli, am 4. und 22. August. Bei den beiden ersten Ernten waren noch keine Knollen vorhanden, bei der letzten Ernte waren Stengel und Blätter für die mikroskopischen Untersuchungen gar nicht, für die chemische Untersuchung nur bei sehr vorsichtiger Verwertung der Ergebnisse zu verwenden. — Um die Zahl der mikroskopischen Präparate nicht zu sehr zu vermehren, wurde bei den Stengeln und Blättern nur die 4. und 5., bei den Knollen die 4., 5. und 6. Ernte untersucht; bei jeder Ernte wurden von jeder Parzelle 10 Pflanzen entnommen; von ihnen wurden 5 zur mikroskopischen Untersuchung in Formalinlösung konserviert, die übrigen 5 zur Lufttrockne getrocknet, zu feinem Pulver gemahlen und bis zur chemischen Untersuchung in verschlossenen Glasgefäßen aufbewahrt.

Um ein klares Bild zu bekommen, wie Wachstumsverlauf und Zusammensetzung des Aschengehaltes der Kartoffel durch unzureichende Düngung abgeändert wurden, ist es angebracht, zuvor erst klar zu legen, wie die Kartoffel sich unter normalen Verhältnissen entwickelte. Zu dieser Betrachtung sind die Pflanzen der Volldüngungsparzelle am geeignetsten, da bei ihnen Aufbau und Entwicklung am zweckmäßigsten gewesen waren, um den höchsten Ertrag zu erzielen.

Der Einfluß der Vegetationsperiode auf den Aufbau der Kartoffelpflanze.

Allgemeine Entwicklung von Kraut und Knollen der Parzelle KNP.

Tabelle 3.

Ernte am:	Kraut							Knollen		
	Frisch-gewicht	Stengel-		Blätter				Frisch-gewicht		Durch-schnitts-gewicht
		Zahl	Länge	Zahl	Länge	Breite	Form		Zahl	
	g		cm		cm	cm		g		g
7. Juni . .	18,3	4,6	5,6	24,7	—	—	—	—	—	—
26. „ . .	99,2	5,0	17,2	44,0	—	—	—	—	—	—
7. Juli . .	256,3	7.0	27,8	72,9	—	—	—	43,1	10,9	3,96
20. „ . .	613,6	8,1	50,2	111,1	6,22	3,82	1 : 1,63	291,7	22,1	13,20
4. August .	421,7	6,5	46,4	86,5	6,18	4,12	1 : 1,51	495,2	20,0	24,76
22. „ .	—	—	—	—	—	—	—	540,5	16,0	33,81

Das Jugendwachstum der Kartoffelpflanzen war von Beginn der Entwicklung an gleichmäßig und sehr intensiv. Das Gesamtgewicht des Krautes (Tab. 3) vermehrte sich bis zum 20. Juli bis auf 613,6 g. Zu demselben Zeitpunkt war die durchschnittliche Stengelzahl mit 8,1 am höchsten. Ebenfalls hatte die Stengellänge mit 50,2 cm und die Zahl der Blätter mit 111,1 ihr Maximum erreicht. Bis zum 4. August trat ein kräftiger Rückgang im Gesamtgewicht bis auf 421,7 g ein. Jedoch war das Wachstum der einzelnen Blättchen noch nicht abgeschlossen; wenn auch ihre Länge nur wenig verändert wurde, so trat doch noch ein kräftiges Breitenwachstum von 3,82 auf 4,12 cm ein.

Im Anfang Juli wurden die ersten Knollen angesetzt. Ihr Gewicht stieg bis zum 4. August auf 495,2 g. Die weitere Zunahme bis zum 22. August war nur gering: sie betrug 45,3 g. Die Hauptproduktionszeit lag also im Juli. Die Anzahl der Knollen hatte am 20. Juli mit 22,1 ihren Höchstwert erreicht; die Neubildung war also zu diesem Zeitpunkt vollkommen abgeschlossen. Das durchschnittliche Gewicht betrug am 22. August 33,81 g.

Über das Absterben des Krautes konnten wegen des Hagelschlages im Anfang August und der dadurch entstandenen Schädigung keine genauen Aufzeichnungen gemacht werden.

Mikroskopische Untersuchungen der Stengel.

Tabelle 4.

Ernte am	Stengel-Durchm.	Epidermis		Chlorophyll-schicht		Kollenchym			
		Zellen-Größe	Stengel-Anteil	Zellen-Größe	Stengel-Anteil	Durch-messer	Stengel-Anteil	Zahl der Schicht.	Zellen-Größe
	mm	μ	%	μ	%	μ	%		μ
20. Juli	5,0	24,0	0,480	25,0	0,500	87	1,74	3,5	25,2
	6,25	26,7	0,427	30,3	0,485	96	1,54	3,3	29,1
	7,5	28,1	0,375	32,2	0,429	116	1,55	3,7	31,4
4. Aug.	5,0	24,2	0,484	25,5	0,511	89	1,73	3,7	24,1
	6,25	28,1	0,448	32,5	0,521	96	1,54	3,6	27,0
	7,5	27,3	0,363	33,4	0,446	109	1,45	3,4	32,1

Ernte am	Stengel-Durchm.	Rindenparenchym				Siebteil		Holzteil	
		Durch-messer	Stengel-Anteil	Zahl d. Schicht	Zellen-Größe	Durch-messer	Stengel-Anteil	Durch-messer	Stengel-Anteil
	mm	μ	%		μ	μ	%	μ	%
20. Juli	5,0	195	3,91	4,3	45,3	92	1,84	242	8,45
	6,25	257	4,12	4,3	59,8	122	1,96	492	7,87
	7,5	321	4,28	5,1	63,0	133	1,78	540	7,20
4. Aug.	5,0	212	4,24	4,4	48,2	87	1,74	433	8,66
	6,25	267	4,27	4,7	56,7	120	1,90	475	7,61
	7,5	290	3,87	4,6	63,0	125	1,66	538	7,17

Ernte am	Stengel-Durchm. mm	Bastfasern: Zahl auf 500 μ	Bastfasern: im Verh. zum Bastring	Bastfasern: Maxim. Durchmesser μ	Bastfasern: Minim. Durchmesser μ	Maximaler Durchmesser der Holzgefäße μ
20. Juli	5,0	13,0	17,5	41,0	20,0	100
	6,25	13,5	22,3	42,0	23,5	105
	7,5	11,5	24,4	42,0	22,0	107
4. Aug.	5,0	16,8	22,1	38,0	17,5	97
	6,25	12,7	21,5	42,0	22,5	115
	7,5	13,5	28,2	43,0	25,0	110

Zur mikroskopischen Untersuchung der Stengel (Tab. 4) wurden von jeder aufbewahrten Pflanze der 4. und 5. Ernte die 2 typischsten Stengel ausgewählt und aus jedem in $^1/_5$ der Gesamtlänge 3—5 vollständige Querschnitte mit dem Mikrotom nach vorhergegangener Paraffineinbettung hergestellt. Die fertigen Präparate wurden, um miteinander in Vergleich gesetzt werden zu können, in Größenordnungen von 3,75, 5,0, 6,25 und 7,5 mm Durchmesser eingeteilt.

Für die Messungen der Zellen und Gewebe wurden von der Epidermis, der Chlorophyllschicht, dem Kollenchym und dem Rindenparenchym die Abschnitte zwischen den Leisten, von dem Holz- und Siebteil die Hauptstränge in den Leisten des Stengels zur Untersuchung herangezogen. Bei allen diesen Geweben wurde festgestellt, daß sie mit fortschreitendem Dickenwachstum des Stengels immer mehr im Verhältnis zum Stengeldurchmesser zurücktraten. Dieser relative Rückgang war bei den einzelnen Geweben verschieden. Am stärksten war er bei den Schutz- und Stützgeweben: Die Epidermis eines 5 mm starken Stengels betrug am 20. Juli 0.480%, am 4. August 0,484% des Gesamtdurchmessers, während sie bei einem 7,5 mm starken Stengel zu denselben Zeiten nur noch 0,375 und 0,363% betrug (Tab. 4). Das Kollenchym ging von 1,74 und 1,73% auf 1,55 und 1,45% zurück. Bei den Bildungs- und Leitgeweben war der Rückgang schwächer: Der Anteil der Chlorophyllschicht am Stengeldurchmesser verringerte sich von 0,500 und 0,511% auf 0,429 und 0,446%, der Anteil der Siebteile von 1,84 und 1,74% auf 1,78

und 1,66%, der des Holzteils von 8,45 und 8,66% auf 7,20 und 7,17%. Nur das Rindenparenchym zeigte diese Erscheinungen nicht. Bei den am 20. Juli geernteten Pflanzen stieg der Parenchymanteil mit zunehmender Stengeldicke von 3,91 auf 4,28%, bei denen vom 4. August fiel er von 4,24 auf 3,87%.

Die Epidermis wie die Chlorophyllschicht bestanden durchschnittlich aus nur einer Zellreihe. Die Größe der Zellen war bei beiden Geweben bei 5 mm Stengeldurchmesser ungefähr die gleiche mit 24 und 25 μ. Bei 7,5 mm Stengeldurchmesser betrug die Höhe der Epidermiszellen 28,1 und 27,3 μ, die Höhe der Chlorophyllzellen dagegen 32,2 und 33,4 μ. Die Form der Zellen war bei beiden Geweben ziemlich gleich; bei der Epidermis war sie beinahe rechteckig. Die Streckung erfolgte in tangentialer Richtung. Bei der Chlorophyllschicht waren die Ecken leicht abgerundet, die Form ähnelte mehr einer Ellipse.

Das Kollenchym bestand durchschnittlich aus 3,3 bis 3,7 Zellreihen, deren Anordnung ebenso wie die Größe der einzelnen Zellen nicht regelmäßig war. Die Stärke des Kollenchyms betrug bei einem Stengeldurchmesser von 5 mm 87 und 89 μ, bei einem solchen von 7,5 mm 116 und 109 μ. Die Zunahme erfolgte mit fortschreitendem Wachstum ziemlich ungleichmäßig; sie beruhte weniger auf einer Ausbildung und Anlagerung neuer Zellschichten als auf dem Größenwachstum der einzelnen Zellen. Diese hatten bei 5 mm Stengeldurchmesser eine Größe von 25,2 und 24,1 μ bei 7,5 mm Durchmesser eine Größe von 31,4 und 32,1 μ. — Am wichtigsten für die Funktion des Kollenchyms als Stützgewebe sind die Kantenverdickungen; diese waren ihrer Form nach verschieden: Es wurden sowohl nach außen vorgewölbte konvexe als auch gerade und nach innen eingedrückte oder konkave Verdickungen gefunden. Am häufigsten kam die kräftige konvexe Form vor.

Nach Esmarch[1]) soll das Stärkerwerden der Kantenverdikkungen eine Begleiterscheinung zunehmenden Alters sein. Danach müßte bei jungen Stengeln die konkave, bei älteren die konvexe Form vorherrschen. Bei den Untersuchungen wurde aber festgestellt, besonders bei der Kaliparzelle, daß die älteren Stengel

[1]) Beiträge zur Anatomie der gesunden und kranken Kartoffelpflanze. S. 195.

oft weniger kräftige Kantenverdickungen hatten als junge. Hiernach wäre vielleicht anzunehmen, daß mit zunehmendem Alter entweder eine Streckung der Verdickungsschichten eintritt oder daß die Anlagerung der Schichten nicht gleichmäßig erfolgt.

Der Raum zwischen dem Kollenchym und dem Gefäßbündelring wird von dem Rindenparenchym eingenommen; dieses war in durchschnittlich 4,3—5,1 Zellreihen angeordnet, die aber nur selten klar zu erkennen waren. Ebenso wie der Durchmesser des Rindenparenchyms und die Zahl der Schichten war die Größe der einzelnen Zellen auch bei gleichem Durchmesser des Stengels sehr starken Schwankungen unterworfen. Bei einem Stengeldurchmesser von 5 mm wurde die Stärke des Rindenparenchymmantels mit 195 und 212 μ, bei einem solchen von 7,5 mm mit 321 und 290 μ festgestellt. Die Größe der Zellen betrug bei den 5 mm starken Stengeln 45,3 und 48,2 μ, bei den 7,5 mm starken 63 μ. Das Wachstum des Rindenparenchyms beruhte sowohl auf der Vermehrung der Zellschichten wie auf dem Größenwachstum der einzelnen Zellen.

Der Gefäßbündelring setzt sich zusammen aus dem Xylemring und dem zu seinen beiden Seiten liegenden Phloem. Er ist am mächtigsten in den Hauptsträngen ausgebildet, vor denen die Leisten liegen; bei ihnen wurden darum die mikroskopischen Untersuchungen angestellt. Die Zahl der Hauptstränge war durchschnittlich 3; doch kamen bisweilen vierte Nebenstränge vor, die im Verlauf des Wachstums ebenso kräftig wurden wie die primären.

Das Phloem (es wurde nur der extraxyläre Teil untersucht) ist gegen das Rindenparenchym durch den Ring der Bastfasern abgegrenzt; dieser Ring wurde mit forschreitendem Wachstum weniger geschlossen. Auf die gleiche Entfernung entfielen weniger Fasern. Bei einem Stengeldurchmesser von 5 mm betrug ihre Zahl 13,0 und 16,8 bei einem solchen von 7,5 mm 11,5 und 13,5 Fasern auf 500 μ. Absolut gerechnet, unter Berücksichtigung des größer werdenden Umfanges nahm ihre Zahl aber mit fortschreitendem Wachstum zu von 17,5 und 22,1 auf 24,4 und 28,2. Dagegen veränderte sich der Durchmesser der Bastfasern wenig. Die durchschnittlichen Maximalwerte lagen zwischen 38 und 43 μ, die durchschnittlichen Minimalwerte zwischen 17,5 und 25 μ. Die Form der Bastfasern war nicht einheitlich. Es wurden sowohl flache wie auch rundliche Zellen gefunden.

Die Stärke des Phloemmantels betrug bei einem Stengeldurchmesser von 5 mm 92 und 87 μ, bei einem solchen von 7,5 mm 133 und 125 μ. Sein Wachstum beruhte sowohl auf der Anlagerung neuer Zellschichten, die vom Kambium gebildet wurden, wie auf dem Größenwachstum der einzelnen Zellen. Die Messungen des Xylems ergaben an den kräftigsten Stellen bei einem Stengeldurchmesser von 5 mm eine Stärke von 242 und 433 μ, bei einem solchen von 7,5 mm eine Stärke von 540 und 538 μ. Der durchschnittliche Durchmesser der größten Holzgefäße lag zwischen 97 und 115 μ; er wurde durch das Dickenwachstum des Stengels nur wenig beeinflußt.

Im Holzteil liegen die radial verlaufenden Markstrahlen, die für einen Austausch der Assimilate und Nährstoffe zwischen dem inneren und äußeren Phloem zu sorgen haben. Sie bestanden durchschnittlich nur aus einer Reihe radial langestreckter rechteckiger Zellen mit dünnen Wänden. Die Zellen waren reich an Inhalt; vor allem wurden kleine transitorische Stärkekörner gefunden. Mit zunehmendem Wachstum wurden vom Kambium außer den primären noch sekundäre Markstrahlen angelegt: doch kamen diese verhältnismäßig selten vor. Ein Größenwachstum der einzelnen Markstrahlenzellen fand kaum statt.

Mikroskopische Untersuchungen der Knollen.

Tabelle 5.

Ernte am	Holzgefäße			Schale		
	Zahl je Bündel	Durchmesser Maxim. μ	Durchmesser Minim. μ	Gesamtdicke μ	Schichten Zahl	Dicke der Zellen μ
20. Juli . .	6,10	36,1	25,1	92,6	6,13	15,7
4. August .	7,47	44,4	28,8	140,5	8,80	15,9
22. August .	6.64	43,3	31,6	166,4	9,95	16,7

Zur Untersuchung der Knollen waren bei jeder Pflanze der letzten 3 Ernten 2 dem Durchschnittstyp entsprechende Knollen aufbewahrt worden. Aus jeder von diesen wurden in der Mitte 2 Blöcke, die ungefähr dem 6. Teil des Querschnitts der ganzen Knolle entsprachen, herausgenommen und von diesen 3—5 Schnitte mit dem Mikrotom nach vorhergegangener Paraffineinbettung hergestellt.

Die Knolle ist in ihrem anatomischen Bau viel einfacher gestaltet als der Stengel. Mit ihrer Funktion als Reservestoffbehälter hängt es zusammen, daß das Rinden- und Markparenchym am kräftigsten ausgebildet ist. Die Gefäßbündel treten stark zurück; von einem durchgehenden Verlauf und einer ringförmigen Anordnung der Bündel, die den Umrissen der Knolle folgen, kann hier nicht gesprochen werden.

Der Siebteil lag wahllos zu beiden Seiten des Gefäßbündelringes, meist aber doch auf der äußeren Seite. Auf den Querschnitten fanden sich sowohl Stränge, die in der Längsrichtung der Knolle verliefen, wie auch solche, die in radialer Richtung sich in Rinden- und Markparenchym weit hinein erstreckten, und alle dazwischen möglichen Übergänge. Das Siebparenchym hob sich in der Form der Zellen fast gar nicht von dem übrigen Parenchym ab; die hier gebildeten sehr kleinen Stärkekörner kamen in beiden Gewebearten vor. Genaue Messungen über das Phloem konnten darum nicht angestellt werden.

Dagegen waren die Holzgefäße nach einer Saffraninfärbung sehr gut zu erkennen. Sie lagen in den Knollen in radialer Anordnung in einzelnen Bünden und Gruppen zusammen. Einzelne Gefäße waren oft von der Hauptgruppe getrennt und weit ins Mark vorgelagert. Ihre Zugehörigkeit zu dem betreffenden Bündel wurde aber dadurch bewiesen, daß sie in der Verlängerung der radialen Gefäßreihen lagen: Es waren die am weitesten nach innen vorgeschobenen Erstlingsgefäße. Bei den Messungen wurde die Zahl der Gefäße der einzelnen Bündel, ferner der Durchmesser der größten und der kleinsten Gefäße festgestellt.

Die Anzahl der Holzgefäße in einem Bündel variierte stark; durchschnittlich wurden 6,10—7,47 gezählt (Tab. 5). Eine Neubildung von Gefäßen während des Wachstums trat scheinbar nicht ein. Der Durchmesser der größten Gefäße betrug am 20. Juli 36,1 μ, am 22. August 43,3 μ; der Durchmesser der kleinsten Gefäße stieg in ähnlicher Weise von 25,1 auf 31,6 μ.

Eine deutlichere Beeinflussung durch das Wachstum zeigte die Schale der Kartoffelknolle (Tab. 5). Ihre durch die Tätigkeit des Kork-Kambiums entstehenden Zellschichten vermehrten sich bis zum Ende der Vegetation, wodurch auch die Schale selbst stärker wurde. Die Zahl der Schichten nahm vom 20. Juli bis zum 22. August von 6,13 bis auf 9,95 zu, dementsprechend die

Schalendicke von 92,6 auf 166,4 μ. Ein Wachstum der einzelnen Korkzellen fand kaum statt. Ihre Dicke lag zwischen 15,7 und 16, 7 μ.

Der Einfluß der Vegetationsperiode auf den Trockensubstanzgehalt und die Aschenzusammensetzung der Kartoffelpflanzung.

Um das Bild zu vervollständigen, wie sich die Kartoffelpflanze im Verlauf der Vegetationsperiode unter normalen Düngungsverhältnissen verändert, wurde ferner untersucht, wie der Trockensubstanzgehalt und die Zusammensetzung der Asche während des Wachstums beeinflußt werden.

Aschenuntersuchung des Krautes.

Tabelle 6.

Ernte am	Frisch-gewicht	Gehalt an Tr.-Subst.	Gesamt Tr.-Subst.	Gehalt d. Trocken-Substanz an			Gesamt-			N / P_2O_5
				Stickst.	Kali	Phosph.	Stickst.	Kali	Phosph.	
	g	%	g	%	%	%	g	g	g	
7. Juni	18,3			5,38	6,50	1,61				3,34
26. „	99,2	7,86	7,80	5,34	7,14	1,40	0,417	0,557	0,109	3,81
7. Juli	256,8	10,43	26,80	4,82	7,87	1,15	1,290	2,110	0,308	4,18
20. „	613,6	9,55	58,60	3,66	7,90	0,92	2,140	4,620	0,542	3,96
4. Aug.	421,7	9,51	40,00	2,68	3,39	0,80	1,072	2,546	0,320	3,35

Der Gehalt des Krautes an Trockensubstanz war zu Beginn der Vegetation am geringsten: Am 26. Juni betrug er 7,86%, er stieg bis zum 7. Juli auf 10,43% und hatte mit diesem Zeitpunkt sein Maximum erreicht. Bis zum 4. August erfolgte ein nur geringes Abfallen um ungefähr 1%. — Die Zunahme der Gesamttrockensubstanz ging parallel der anfangs erwähnten Zunahme des Frischgewichts; auch hier war am 20. Juli mit 58,60 g die höchste Gewichtsmenge erreicht.

Der Gehalt des Krautes an Stickstoff änderte sich mit der Vegetationsperiode sehr: Er war bei jungen Pflanzen am höchsten; Vom 7. bis zum 26. Juni blieb er ziemlich konstant auf 5,38 und 5,34%. Bis zum 4. August ging der Gehalt auf 2,68% zurück. — Die Aufnahme an Gesamtstickstoff verlief im gleichen

Sinne wie die Trockensubstanzproduktion. Mit dem 20. Juli war ebenfalls das Maximum mit 2,140 g Stickstoff erreicht. Bis zum 4. August erfolgte ein Rückgang auf 1,072 g, der zur Hauptsache auf den relativ stärkeren Blattverlust zurückzuführen sein wird.

Der Bedarf der Pflanzen an Kali war im Gegensatz zum Stickstoffbedarf in der Jugend nicht am höchsten. Daher ergaben die Untersuchungen am 7. Juni einen Gehalt von 6,50%, am 20. Juli den Maximalgehalt von 7,90% Kali. Entsprechend dieser Entwicklung war auch am 20. Juli die höchste Menge Gesamtkali, 4,620 g, im Kraut vorhanden. Die darauf folgende Verminderung wird auf dieselben Ursachen wie der Rückgang des Gesamtstickstoffs zurückzuführen sein.

Der Gehalt des Krautes an Phosphor war verhältnismäßig gering; zu Beginn der Vegetation war er am höchsten: am 7. Juni betrug er 1,61%, bis zum 4. August fiel er um die Hälfte auf 0,80%. — KELLERMANN[1]) hatte in seiner Arbeit festgestellt, daß das Verhältnis von Stickstoff zu Phosphor bei Blättern und Knollen der Kartoffeln ein konstantes ist. Bei den Blättern soll es 1:3,65 betragen. Ähnliche Werte ergaben sich auch bei den vorliegenden Krautuntersuchungen. Während des Wachstums war das Verhältnis aber einigen Änderungen unterworfen: Es bewegte sich zwischen 1:3,34 und 1:4,18. — Die Zunahme an Gesamtphosphor erfolgte entsprechend der Zunahme der übrigen Nährstoffe bis zum 20. Juli und erreichte hier mit 0,542 g den Höchstwert.

Aschenuntersuchung der Knollen.

Tabelle 7.

Ernte am	Frisch-gewicht	Gehalt an Tr.-Subst.	Gesamt Tr.-Subst.	Gehalt d. Trocken-Substanz an			Gesamt			N / P_2O_5
				Stickst.	Kali	Phosph.	Stickst.	Kali	Phosph.	
	g	%	g	%	%	%	g	g	g	
7. Juli	43,1	15,13	6,53	1,50	3,20	1,07	0,098	0,209	0,071	1,39
20. „	291,7	17,35	50,50	1,40	3,04	1,09	0,707	1,530	0,550	1,28
4. Aug.	495,2	19,30	96,00	1,37	2,71	0,88	1,320	2,600	0,845	1,56
22. „	540,5	20,30	111,00	1,39	2,71	0,84	1,541	3,010	0,933	1,65

[1]) Die Kartoffelpflanze rücksichtlich der wichtigsten Baustoffe in den verschiedenen Vegetationsperioden. S. 18.

Der Gehalt der Knollen an Trockensubstanz war in der Jugend am geringsten (Tab. 7): Er betrug am 7. Juli 15,13 % und stieg bis zum 22. August auf 20,30 %. — Nach Kraft[1] besteht ein fester Zusammenhang zwischen Gehalt an Trockensubstanz und Stärke. Durch Versuche ist festgestellt, daß man den Stärkegehalt findet, wenn man den Trockensubstanzgehalt um 5,8 % verringert. Danach betrug der Stärkegehalt der untersuchten Kartoffel bei normaler Düngung am 22. August 14,5 %. — Die Erzeugung von Gesamttrockensubstanz verlief entsprechend der Zunahme des Frischgewichts: Sie stieg von 6,53 g am 7. Juli auf 111,00 g am 22. August.

Der Gehalt an Stickstoff war auch bei den Knollen zu Beginn ihres Wachstums am höchsten. Von 7. Juli bis 4. August ging er von 1,50 auf 1,37 % zurück, um bis zum 22. August ziemlich konstant zu bleiben. Die Erklärung für den starken Rückgang mit der darauf erfolgenden Beständigkeit des Gehaltes wird darin zu suchen sein, daß die Bildung von stickstoffhaltigen Stoffen mit der gewaltigen Bildung von Trockensubstanz im Juli nicht Schritt hielt; im August bei dem geringen Wachstum der Knollen trat sie wieder in Erscheinung: Der Gehalt blieb derselbe. — Die Menge an Gesamtstickstoff vermehrte sich bis zum Ende der Vegetation sie betrug am 22. August 1,541 g. — Im Gegensatz hierzu hatte Vageler[2] bei der Untersuchung einer Futterkartoffel festgestellt, daß die Stickstoffaufnahme der Knollen im Juli der Hauptsache nach beendigt ist.

Der Gehalt der Knollen an Kali war doppelt so hoch, wie der Stickstoffgehalt. Er ging vom 7. Juli bis zum 4. August von 3,20 auf 2,71 % zurück, um dann ebenso wie der Stickstoffgehalt konstant zu bleiben. Das gesamte aufgenommene Kali betrug am 22. August 3,013 g.

Der Phosphorgehalt der Knollen ist verhältnismäßig gering. Er war in der Jugend mit 1,07 % am höchsten und ging während des Wachstumsverlaufes auf 0,84 % zurück. Das Verhältnis von Phosphor zu Stickstoff, daß nach Kellermann 1 : 1,51 betragen soll, blieb nicht konstant. Die verschiedenen Werte lagen zwischen 1 : 1,39 am 7. Juli und 1 : 1,65 am 22. August.

---

[1]) Der Einfluß der Nährstoffe auf die Qualität der Kartoffel.

[2]) Über den Einfluß der Vegetationsperiode und der Düngung auf die chemischen Bestandteile der Kartoffelpflanze. S. 559.

Der Einfluß der Düngung auf den Aufbau der Kartoffelpflanze.

Nachdem bisher der Einfluß der Vegetationsperiode auf Aufbau und Zusammensetzung der Kartoffelpflanze unter normalen Wachstumsbedingungen untersucht worden ist, soll nun dieselbe Pflanze betrachtet werden, wie sich ihre Zusammensetzung unter dem Einfluß verschiedener Düngung ändert.

Allgemeine Entwicklung.

Tabelle 8.

Frischgewicht der Stengel und Blätter einer Pflanze.

Parzelle	K	N	P	KNP	O	KN	KP	NP
Ernte am:	g	g	g	g	g	g	g	g
7. Juni	12,7	16,4	11,2	18,3	13,6	29,7	12,3	24,7
26. „	65,7	74,8	45,3	99,2	51,2	120,2	77,9	100,4
7. Juli	80,7	110,1	54,4	256,3	87,2	255,6	138,9	106,9
20. „	166,1	148,8	80,5	613,6	111,4	317,9	150,7	154,6
4. Aug.	158,2	153,5	80,1	421,7	132,2	311,5	160,6	192.4
22. „	106,5	109,7	44 0	188,0	115,8	110,5	80,4	134,2

Die Wirkung der verschiedenen Düngung auf die Krautbildung war schon am 7. Juni gut zu erkennen (Tab. 8). Die Parzellen K, P, O, KP blieben anfangs in ihrem Gewicht deutlich hinter den übrigen zurück: Der Stickstoffmangel machte sich bei ihnen bemerkbar. Am langsamsten entwickelten sich die Pflanzen der Parzelle P, von der wir früher gesehen haben, daß sie die K-ärmste ist. Das erklärt auch die Erscheinung, daß die Erträge der P-Parzelle wesentlich niedriger sind als die der ungedüngten. Auch sonst zeigt sich keine Wirkung der Phosphorsäure, wenn man die Entwicklung der Teilstücke K mit KP und N mit NP vergleicht. Dagegen blieb die Krautentwicklung der Parzelle KN von Mitte Juli ab gegenüber KNP deutlich und stark zurück. Auf die Phosphorsäure kann diese Erscheinung aber wohl kaum zurückgeführt werden. Vielmehr muß man hier an einen Einfluß der Pflanzen selbst denken, was wieder darauf hinweist, daß die Zahl von je 10 Pflanzen bei jeder Probenahme zweifellos nicht ganz genügend war und eine gewisse Unsicherheit bedingt. Die

Wirkung der K- und N-Düngung zeigte sich überall deutlich. Bei der Untersuchung der Entwicklung der Volldüngungsparzelle war festgestellt worden, daß dort am 20. Juli mit 613,6 g das höchste Gewicht des Krautes erreicht war und daß bis zum 4. August ein starker Rückgang um ungefähr $^1/_3$ der Gesamtmasse stattfand. Im Gegensatz hierzu erfolgte bei allen unzureichend gedüngten Parzellen entweder eine weitere, wenn auch schwache Gewichtszunahme bis zum 4. August, oder aber der Rückgang war nur sehr gering. Hieraus folgt, daß bei unzureichender Düngung die Entwicklung der Kartoffel später abgeschlossen wurde. Eine Bestätigung hierfür fand sich bei der Betrachtung der Ergebnisse der Knollenuntersuchungen (Tab. 11).

Tabelle 9.

Zahl und Länge der Stengel einer Pflanze.

Parzelle	K		N		P		KNP		O		KN		KP		NP	
Ernte am:	Zahl	Länge cm	Zahl	Länge cm	Zahl	Länge cm	Zahl	Länge cm	Zahl	Länge cm	Zahl	Länge cm	Zahl	Länge cm	Zahl	Länge cm
7. Juni	4,4	5,2	6,9	5,8	4,3	5,9	4,6	5,6	4,1	5,7	4,7	6,7	3,9	6,0	4,3	6,9
26. „	4,7	15,4	5,5	17,2	4,8	14,0	5,0	17,2	5,5	14,1	5,3	20,1	4,8	15,5	5,7	18,8
7. Juli	4,0	15,9	5,4	20,9	5,2	14,8	7,0	27,8	5,3	19,7	5,5	36,7	5.6	23,0	4,9	21,4
20. „	5,5	26,1	4,9	24,9	4,3	22,2	8,1	50,2	5,2	23,4	6,6	45,1	5,4	27,2	5,6	26,2
4. Aug.	5,0	26,8	5,6	23,3	5,8	20,1	6,5	46,4	6,5	20,9	6,1	39,0	4,2	26,3	6,0	27,1

Über die Entwicklung der Zahl und Länge der Stengel (Tab. 9) sowie der Zahl der Blätter (Tab. 10) bei unzureichender Düngung galt im allgemeinen das, was über die Entwicklung des Gesamtgewichtes des Krautes gesagt worden ist. Stickstoff bewirkte eine schnelle Anfangsentwicklung, die sich besonders bei den ersten beiden Ernten in einer größeren Anzahl der Blätter und Stengel wie in einer größeren Länge dieser bei den Parzellen N, KNP, KN und NP bemerkbar machte. Phosphor bedingte bei der Volldüngungsparzelle verglichen mit Parzelle KN bei den ersten drei Ernten ein Zurückbleiben der Länge der Stengel und der Zahl der Blätter. Der Unterschied wurde aber Mitte Juni wieder ausgeglichen. Im Alter verursachte Phosphor einen schnelleren Wachstumsabschluß, kenntlich an der stärkeren Abnahme der Zahl der Stengel und Blätter: Vom 20. Juli bis zum

Tabelle 10.
Zahl der Blätter, Größe und Dicke der Endblättchen.

	Zahl					Größe						
	7. Juni	26. Juni	7. Juli	20. Juli	4. August	Länge 20. Juli cm	Breite 20. Juli cm	Länge 4. Aug. cm	Breite 4. Aug. cm	Breite : Länge 20. Juli	Breite : Länge 4. Aug.	Dicke 4. August μ
Parzelle K	24,8	40,7	37,1	64,9	64,3	5,82	3,46	5,29	3,30	1 : 1,68	1 : 1,60	295,7
„ N	33,3	44,7	52,1	53,2	54,9	6,29	4,19	5,80	3,95	1 : 1,50	1 : 1,48	285,0
„ P	21,0	39,5	46,3	46,6	58,7	5,29	3,70	4,98	3,52	1 : 1,43	1 : 1,43	277,7
„ KNP	24,7	44,0	72,9	111,1	86,5	6,22	3,82	6,18	4,12	1 : 1,63	1 : 1,51	268,1
„ O	19,8	42,7	52,5	50,5	65,9	5,01	3,06	4,56	2,91	1 : 1,61	1 : 1,57	280,9
„ KN	26,5	50,5	72,7	85,9	72,7	6,35	3,75	6,62	4,06	1 : 1,68	1 : 1,61	266,1
„ KP	20,7	41,0	56,7	60,8	50,9	5,12	3,11	4,95	3,09	1 : 1,64	1 : 1,60	295,7
„ NP	25,9	47,2	47,7	69,6	64,4	5,95	4,03	5,52	3,83	1 : 1,49	1 : 1,47	274,6

4. August ging die Blattzahl bei Parzelle KNP von 111,1 auf 86,5, bei Parzelle KN nur von 85,9 auf 72,7 zurück. Ganz klar ist das Bild aber nicht, da auf den übrigen Teilstücken keinerlei P-Wirkung festzustellen ist. Die K-Wirkung zeigt sich überall und zwar mehr in einer kräftigeren Entwicklung der Stengel als in der Zunahme der Stengelzahl.

Um eine genauere Beeinflussung der Blätter durch unzureichende Düngung zu erkennen, wurden die Endblättchen der Kartoffelpflanzen auf Form und Dicke untersucht (Tab. 10). Bei der Untersuchung der Blattlänge stellte sich heraus, daß Stickstoff den günstigsten, Phosphor den ungünstigsten Einfluß auf diese ausübt: Die Länge der Blätter betrug am 20. Juli bei: Parzelle N 6,29 cm, Parzelle P 5,29 cm, Parzelle KN 6,35 cm, Parzelle KNP 6,22 cm. Durch die Kalidüngung wurde die Blattlänge nicht deutlich beeinflußt. Sie betrug bei Parzelle K am 20. Juli 5,82 cm.

Ebenfalls wurde die Blattbreite durch verschiedene Düngung stark verändert. Die Unterschiede waren am klarsten am 20. Juli. Bei den Parzellen K, KNP, KN KP veranlaßte Kali eine schmale Form. Das Verhältnis von Breite zu Länge lag bei ihnen zwischen 1 : 1,63 bis 1 : 1,68. Phosphor wirkte auf die Form verbreiternd; diese Wirkung war nicht nur bei den Parzellen P: Breite zu Länge- 1 : 1,43 und NP- 1 : 1,49 zu erkennen, sondern auch bei

einem Vergleich von KNP: 1:1,63 und KN: 1:1,68 wenigstens angedeutet. Stickstoff war für das Breiten-Längen-Verhältnis von unwesentlicher Bedeutung.

Über die Dicke der Endblättchen wurde übereinstimmend mit Vageler[1]) folgendes festgestellt: Die Blattdicke steht im umgekehrten Verhältnis zur Vollständigkeit der Düngung. Dementsprechend ergaben die Parzellen KNP mit 268,1 μ und KN mit 266,1 μ die geringste Blattdicke. Bei einseitiger Düngung gab Kali die stärkste Ausbildung: 295,7 μ, Stickstoff eine etwas geringere: 285,0 μ, Phosphor die schwächste: 277,7 μ. Die Ergebnisse der Parzellen KP: 295,7 μ und NP: 274,6 μ entsprechen im allgemeinen denen der Parzellen K und N.

Tabelle 11.

Frischgewicht der Knollen einer Pflanze.

Parzelle Ernte am:	K g	N g	P g	KNP g	O g	KN g	KP g	NP g
7. Juli	15,5	14,9	15,6	43,1	17,9	40,1	40,0	37,7
20. Juli . . .	103,1	101,1	54,6	291,7	103,1	159,1	81,1	92,4
4. August . . .	162,9	212,4	110,1	495,2	153,9	327,1	154,6	221,2
22. August . .	308,5	316,9	141,0	540,5	241,0	487,3	239,5	368,1
Zunahme im Aug.	145,6	104,5	30,9	45,3	87,1	160,2	84,9	146,9

Die Bildung der ersten Knollen begann bei allen Parzellen ungefähr gleichzeitig. Eine deutliche Beeinflussung des Knollengewichtes machte sich am 7. Juli bemerkbar: Parzelle P hatte erst 15,6 g Knollen gegenüber 43,1 g der Parzelle KNP gebracht (Tab. 11). Die Unterschiede zwischen einseitig und ausreichend gedüngten Pflanzen traten im Verlauf des Wachstums immer stärker hervor. Auf der Volldüngungsparzelle erfolgte das Knollenwachstum zur Hauptsache im Juli. Bei unzureichender Düngung zeigte die gleiche Erscheinung nur Parzelle P, bei der das Knollengewicht vom 4. zum 22. August nur noch um 30,9 g stieg. Da nun die Parzelle KN, die sich von Parzelle KNP nur durch das Fehlen von Phosphor unterschied, sich durch eine starke Vermehrung des Knollengewichtes um 160,2 g im August auszeichnete, wird das schnelle Ausreifen auf das Vorhandensein von

[1]) Über den Einfluß der Düngung auf den vegetativen Aufbau und Ertrag der Kartoffel, S. 139.

Phosphor zurückzuführen sein. Kali und Stickstoff dagegen veranlassen ein gleichmäßiges Weiterwachsen der Knollen bis zum 22. August. Es ist deshalb anzunehmen, daß die Erträge aller Parzellen außer Parzelle P und KNP nach dem 22. August noch gestiegen wären. Bei den Parzellen KP und NP machte sich die Phosphordüngung nicht deutlich bemerkbar; sie wurde von der Kali- nnd Stickstoffwirkung überdeckt. Die ungedüngte Parzelle ergab am 22. August mit 241,0 g beinahe den doppelten Ertrag wie die Parzelle P mit 141,0 g: Die Erklärung hierfür ist der eingangs erwähnte Mangel dieser Parzelle an Bodenkali. Parzelle KP ergab mit einem Gewicht von 239,5 g eine geringere Ernte als Parzelle K mit 308,5 g. Die Ursache hierfür ist sehr wahrscheinlich in einem Stickstoffmangel zu suchen; aus der Übersicht über die Bodennährstoffe des E-Feldes (Tab. 1) ist auch deutlich zu erkennen, das Parzelle KP bei beiden Untersuchungen im Jahre 1901 und 1921 an Stickstoff stärker ausgeraubt war als Parzelle K: Im Jahre 1921 betrug der Stickstoffgehalt von 100 g lufttrocknem Boden bei Parzelle KP 98,1 g, bei Parzelle K 114,9 g Stickstoff. Die höchsten Erträge nach der Volldüngungsparzelle ergaben in abfallender Reihenfolge die Stickstoffparzellen KN: 487,3 g, NP: 368,1 g, N: 316,9 g.

Tabelle 12.

Zahl der Knollen einer Pflanze und durchschnittliches Gewicht der Knollen.

Parzelle	K		N		P		KNP		O		KN		KP		NP	
Ernte am:	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Zahl	
7. Juli .	6,1	2,54	8,2	1,82	7,8	2,00	10,9	3,96	6,1	2,94	14,1	2,84	12,6	3,17	9,1	
20. „ .	9,8	10,50	10,0	10,11	6,3	8,65	22,1	13,20	8,7	11,85	14,7	10,82	10,3	7,85	10,0	
4. August	9,2	17,70	8,4	25,30	8,8	12,52	20,0	24,76	10,4	14,80	16.0	20,42	7,7	20,10	14,2	1
22. „	9,8	33,50	12,3	25,79	7,1	19,85	16,0	33,81	11,0	21,90	13,2	36,80	8,1	29,60	12,8	2

Die Zahl der Knollen einer Pflanze entsprach im allgemeinen der Vollständigkeit der Düngung, so daß die Volldüngungsparzelle und diejenige mit KN mit 16 bzw. 13,2 Knollen je Staude an der Spitze standen. Durchweg zeigt sich aber, daß der Stickstoff überall eine Erhöhung der Knollenzahl bewirkt hat und zwar von 9,8 auf K bis zu 13,2 auf KN, von 7,1 auf P bis zu 12,8

auf PN und von 8,1 auf KP bis zu 16,0 auf KPN. K und P zeigen derartige Wirkungen nicht. Dagegen wird das durchschnittliche Knollengewicht sowohl durch K- wie N-Düngung in gleicher Weise erhöht als Folge besserer Ernährung.

Mikroskopische Untersuchungen der Stengel.

Die Ausbildung von Epidermis- und Chlorophyllzellen war am kräftigsten bei ausreichender Düngung (Tab. 13 und 14). Sie zeigte sich abhängig von der Anwesenheit von Kali; Parzelle K brachte am 20. Juli einen Radialdurchmesser der Epidermiszellen von 28,0 μ bei einem Stengeldurchmesser von 7,5 mm und er-

Tabelle 13.

Der Radialdurchmesser der Epidermiszellen und sein Anteil am Stengeldurchmesser.

ngel-	Ernte am 20. Juli								Ernte am 4. August							
rch-	Zellengröße				Stengelanteil				Zellengröße				Stengelanteil			
sser	3,75	5,0	6,25	7,5	3,75	5,0	6,25	7,5	3,75	5,0	6,25	7,5	3,75	5,0	6,25	7,5
	μ	μ	μ	μ	%	%	%	%	μ	μ	μ	μ	%	%	%	%
K	26,7	—	29,2	28,0	0,708	—	0,467	0,373	28,7	27,1	27,0	27,5	0,766	0,540	0,432	0,366
N	23,5	24,0	25,3	26,7	0,627	0,480	0,402	0,356	22,2	26,0	26,3	27,3	0,588	0,520	0,421	0,363
P	23,0	24,5	24,3	26,2	0,614	0,490	0,389	0,350	22,9	23,5	23,9	24,5	0,614	0,421	0,384	0,326
KNP	—	24,0	26,7	28,1	—	0,480	0,427	0,375	—	24,2	28,1	27,3	—	0,484	0,448	0,363
0	22,0	22,5	24,0	25,3	0,588	0,450	0,392	0,338	23,4	23,7	26,3	26,7	0,623	0,474	0,421	0,356
KN	23,1	27,0	26,8	28,0	0,612	0,540	0,429	0,373	23,1	26,8	28,5	27,1	0,614	0,540	0,456	0,361
KP	24,2	24,9	28,0	27,9	0,641	0,500	0,448	0,373	—	22,1	—	27,6	—	0,439	—	0,368
NP	23,3	—	25,5	27,1	0,622	—	0,407	0,360	21,8	—	23,3	24,7	0,588	—	0,374	0,329

Tabelle 14.

Radialdurchmesser der Chlorophyllzellen.

z.	Ernte am 20. Juli								Ernte am 4. August							
el-	K	N	P	KNP	0	KN	KP	NP	K	N	P	KNP	0	KN	KP	NP
h-																
er	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	26,7	21,9	20,0	—	25,1	25,9	23,3	23,4	25,4	23,3	23,1	—	24,1	26,7	—	20,5
	—	22,3	24,1	25,0	26,3	29,5	25,1	—	28.8	23,5	26,4	25,5	24,7	29,1	24,2	—
	29,4	24,2	25,8	30,3	27,7	26,9	26,2	26,9	29,1	24,5	27,1	32,5	26,0	30,5	—	25,4
	30,7	27,3	26,5	32,2	—	31,3	29,8	26,7	28,5	30,1	27,0	33,4	29,2	29,3	28,2	26,7

reichte damit ungefähr die Leistung der Parzelle KNP, die eine Epidermisstärke von 28,1 μ aufwies. Die kräftigende Wirkung des Kalis zeigte sich bei beiden Ernten auf allen Teilstücken mit K-Düngung. In ähnlicher Weise wirkte das K auch günstig auf die Vergrößerung des Durchmessers der Chlorophyllzellen ein. Dieser betrug bei Parzelle K am 20. Juli bei 7,5 mm Stengeldurchmesser 30,7 μ gegenüber 32,2 μ bei Parzelle KNP. Das Kali wirkte aber nicht nur günstig auf die Gesamtstärke von Epidermis und Chlorophyllschicht, sondern ebenfalls auf die Gleichmäßigkeit der einzelnen Zellen. Im Gegensatz hierzu bewirkte Phosphor bei Parzelle P und im geringeren Grade bei Parzelle KP häufig eine schmale und zusammengedrückte Zellform. Stickstoff zeichnete sich dadurch aus, daß die Zellen unregelmäßig ausgebildet wurden.

Die Epidermis bestand bei allen Untersuchungen aus nur einer Zellreihe; die Chlorophyllschicht dagegen zeigte in wenigen Fällen Abweichungen: Bei einseitiger Phosphordüngung war sie bisweilen ganz ausgefallen und durch Kollenchym ersetzt, andererseits war bei Volldüngung und bei Parzelle KN eine doppelte Schicht ausgebildet. Im übrigen wich der ganze Epidermalapparat infolge unzureichender Düngung von der normalen Entwicklung nicht ab.

Eine Beeinflussung des gesamten Kollenchymmantels durch abweichende Düngung war bei den großen Schwankungen, denen die Ausbildung des Kollenchyms schon unter normalen Bedingungen unterworfen war, nicht festzustellen; doch wurde die Größe und Form der einzelnen Zellen deutlich beeinflußt (Tab. 15 u. 16). Kali wirkte vor allem auf die kräftige Ausbildung der Kanten-

Tabelle 15.
Durchmesser des Kollenchymmantels.

Parzelle	Ernte am 20. Juli								Ernte am 4. August							
	K	N	P	KNP	O	KN	KP	NP	K	N	P	KNP	O	KN	KP	NP
Stengel-Durchm.	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
3,75	78	84	68	—	78	90	82	72	92	80	86	—	92	87	—	83
5,0	—	96	98	87	89	87	83	—	83	96	100	89	91	102	82	—
6,25	105	98	104	96	100	103	82	93	90	101	98	96	91	109	—	95
7,5	116	119	130	116	—	109	106	104	109	103	107	109	108	102	111	106

Tabelle 16.
Zahl der Kollenchymschichten und Größe der Kollenchymzellen.

Stengel-Durchmesser	Ernte am 20. Juli: Zahl der Schichten 3,75	5,0	6,25	7,5	Größe der Zellen 3,75 μ	5,0 μ	6,25 μ	7,5 μ	Ernte am 4. August: Zahl der Schichten 3,75	5,0	6,25	7,5	Größe der Zellen 3,75 μ	5,0 μ	6,25 μ	7,5 μ
Parz. K	3,3	—	3,9	4,1	23,6	—	26,9	28,3	3,8	3,6	3,5	3,7	24,2	23,0	27,2	29,5
„ N	4,1	4,0	3,7	4,0	21,9	24,0	26,5	29,8	3,5	3,7	3,8	3,7	22,8	23,4	26,6	27,8
„ P	3,5	4,2	4,1	4,7	19,4	23,3	25,4	27,9	3,8	3,9	4,0	3,8	22,6	25,7	24,5	28,1
„ KNP	—	3,5	3,3	3,7	—	25,2	29,1	31,4	—	3,7	3,6	3,4	—	24,1	27,0	32,1
„ O	3,5	3,5	3,9	—	22,6	25,4	25,1	—	4,0	3,9	3,9	4,2	23,0	23,3	23,3	25,7
„ KN	3,3	3,2	3,3	3,7	27,2	27,2	31,2	29,5	3,2	3,5	3,5	3,6	27,2	29,2	31,2	28,4
„ KP	3,3	3,4	3,5	3,6	24,8	24,4	23,5	29,5	—	3,5	—	4,0	—	23,4	—	27,8
„ NP	3,9	—	4,1	3,8	18,5	—	22,6	27,4	3,5	—	4,0	3,9	24,8	—	23,7	27,2

verdickungen und veranlaßte, daß die Zellreihen in regelmäßigeren Längsreihen angeordnet waren. — Phosphor bewirkte wenigstens teilweise eine kleinere Ausbildung der Zellen sowie eine unregelmäßigere Anordnung der einzelnen Schichten. Die geringere Zellgröße zeigt sich in erster Linie bei der Ernte am 20. Juli, wenn man die Parzellen R, KP und NP mit den übrigen vergleicht

Tabelle 17.
Durchmesser des Rindenparenchymmantels.

Parzelle / Stengel-Durchm.	Ernte am 20. Juli: K μ	N μ	P μ	KNP μ	O μ	KN μ	KP μ	NP μ	Ernte am 4. August: K μ	N μ	P μ	KNF μ	O μ	KN μ	KP μ	NP μ
3,75	198	174	148	—	157	170	170	148	176	162	172	—	199	167	—	138
5,0	—	227	163	195	182	204	161	—	203	197	198	212	196	228	162	—
6,25	231	245	220	257	228	240	205	231	222	208	222	267	239	252	—	220
7,5	260	240	234	321	—	281	264	240	279	232	229	290	243	307	249	238

Die Ausbildung des Rindenparenchyms (Tab. 17 u. 18) unterlag ebenfalls schon bei normalen Bedingungen so großen Schwankungen, daß eine Beeinflussung des ganzen Mantels durch abweichende Düngung nicht zu erkennen war; doch wurde auch hier festgestellt, daß Kali auf die regelmäßige Schichtung der Zellreihen

Tabelle 18.
Zahl der Rindenparenchymschichten und Größe der Rindenparenchymzellen.

Stengel-Durchmesser	Ernte am 20. Juli: Zahl der Schichten 3,75	5,0	6,25	7,5	Größe der Zellen 3,75 μ	5,0 μ	6,25 μ	7,5 μ	Ernte am 4. August: Zahl der Schichten 3,75	5,0	6,25	7,5	Größe der Zellen 3,75 μ	5,0 μ	6,25 μ	7,5 μ
Parz. K	5,0	—	4,3	4,5	39,6	—	53,8	58,3	4,4	4,0	3,8	4,5	40,0	50,7	58,4	61,8
„ N	3,6	4,7	4,3	3,9	49,2	48,2	57,0	61,5	3,8	4,1	3,8	4,0	42,7	48,1	54,8	58,0
„ P	3,9	4,0	4,7	4,6	37,8	40,7	46,7	50,8	4,6	4,1	4,4	4,7	37,4	48,2	50,4	47,8
„ KNP	—	4,3	4,3	5,1	—	45,3	59,8	63,0	—	4,4	4,7	4,6	—	48,2	56,7	63,0
„ O	4,2	4,1	4,5	—	37,4	44,4	50,7	—	4,9	4,1	4,8	5,1	40,7	47,8	49,9	47,7
„ KN	4,0	3,7	4,3	4,3	42,5	43,4	55,8	64,5	4,5	5,0	4,3	4,5	37,2	45,8	58,6	68,3
„ KP	4,3	3,7	3,9	4,4	39,6	43,5	52,7	60,8	—	3,9	—	4,0	—	41,5	—	62,2
„ NP	3,9	—	4,4	4,8	38,0	—	52,5	50,0	4,2	—	4,3	38,	32,9	—	51,2	51,0

wie auf die Größe der Zellen einen günstigen, Phosphor einen ungünstigen Einfluß ausübte. Der Vergleich der vier K-Parzellen mit den Parzellen P und NP zeigt das deutlich.

Auf die Entwicklung der Leitgewebe war ebenfalls Kali von Einfluß. Die schon anfangs bei der Schilderung der Volldüngungsparzelle gemachte Feststellung, daß hier während des Wachstums vierte Hauptstränge ausgebildet wurden, traf auch zum Teil auf die Parzellen K und KN zu.

Den äußeren Ring der Gefäßbündel bilden die Bastfasern. Deren Zahl war bei Parzelle P durchschnittlich etwas höher als bei den übrigen Parzellen (Tab. 19). Bei der Ernte am 4. August lagen z. B. bei jener auf einer Strecke von 500 μ bei einem

Tabelle 19.
Zahl der Bastfasern auf 500 μ.

Parzelle / Stengel-Durchm.	Ernte am 20. Juli: K μ	N μ	P μ	KNP μ	O μ	KN μ	KP μ	NP μ	Ernte am 4. August: K μ	N μ	P μ	KNP μ	O μ	KN μ	KP μ
3,75	12,1	10,8	15,9	—	14,4	14,0	12,2	17,8	11,7	9,3	13,2	—	12,7	15,3	—
5,0	—	14,1	13,3	13,0	11,7	12,5	15,1	—	15,3	11,7	16,1	16,3	13,0	12,7	16,0
6,25	12,7	11,3	14,2	13,5	10,2	11,7	10,7	13,9	15,7	14,6	14,0	12,7	13,4	15,0	—
7,5	12,6	12,7	11,8	11,5	11,0	11,2	13,3	12,8	12,8	13,8	14,3	13,5	10,5	13,3	11,0

Stengeldurchmesser von 7,5 mm 14,3 Fasern gegenüber 13,5 bei Volldüngung und 10,5 bei ungedüngt. Ganz regelmäßig war diese Beziehung allerdings nicht. Auch wurde die höhere Anzahl durch einen kleineren Durchmesser wieder ausgeglichen. Der Maximaldurchmesser derselben Fasern betrug 38 μ bei Parzelle P gegenüber 43 μ bei Parzelle KNP.

Tabelle 20.
Durchmesser der größten und kleinsten Bastfasern.

Stengel-Durchmesser	Ernte am 20. Juli								Ernte am 4. August							
	Maxim. Durchm.				Minim. Durchm.				Maxim. Durchm.				Minim. Durchm.			
	3,75 μ	5,0 μ	6,25 μ	7,5 μ	3,75 μ	5,0 μ	6,25 μ	7,5 μ	3,75 μ	5,0 μ	6,25 μ	7,5 μ	3,75 μ	5,0 μ	6,25 μ	7,5 μ
Parz. K	33	—	37	39	20	—	21	24	32	34	39	38	19	20	20	22
„ N	32	38	42	41	17	19	18	23	35	33	36	35	—	13	20	18
„ P	29	35	35	38	15	—	16	18	28	32	45	38	15	16	21	20
„ KNP	—	41	42	42	—	20	23	22	—	38	42	43	—	17	22	25
„ O	37	38	40	—	12	13	20	20	32	33	38	37	17	15	18	20
„ KN	38	40	42	43	—	22	—	26	35	38	41	44	20	21	24	25
„ KP	32	28	39	40	17	20	22	23	—	35	—	38	—	20	—	19
„ NO	32	—	38	41	12	—	20	18	30	—	40	39	15	—	17	15

Eine deutliche Beeinflussung des Durchmessers von Phloem und Xylem durch verschiedene Nährstoffe war nicht zu erkennen (Tab. 21 u. 22). Die Zahlen laufen dafür zu sehr durcheinander. Die von Vageler[1]) gemachte Feststellung, daß durch Phosphor

Tabelle 21.
Durchmesser des Siebteils.

Parzelle	Ernte am 20. Juli								Ernte am 4. August							
	K	N	P	KNP	O	KN	KP	NP	K	N	P	KNP	O	KN	KP	NP
Stengeldurchmesser	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
3,75	72	80	92	—	78	83	75	85	71	63	67	—	88	75	—	88
5,0	—	110	100	92	88	103	87	—	88	104	74	87	85	90	85	—
6,25	132	128	119	122	105	—	105	127	137	128	85	120	115	102	—	124
7,5	145	162	153	133	—	121	149	132	133	135	130	135	105	145	129	118

[1]) Vageler, Über den Einfluß der Düngung auf den vegetativen Aufbau und den Ertrag der Kartoffeln. S. 141.

Tabelle 22.
Durchmesser des Holzteils und der größten Holzgefäße.

Stengeldurchmesser	Ernte am 20. Juli								Ernte am 4. August							
	Holzteil				Holzgefäße				Holzteil				Holzgefäße			
	3,75 μ	5,0 μ	6,25 μ	7,5 μ	3,75 μ	5,0 μ	6,25 μ	7,5 μ	3,75 μ	5,0 μ	6,25 μ	7,5 μ	3,75 μ	5,0 μ	6,25 μ	7,5 μ
Parzelle K	320	—	428	502	80	—	91	95	267	281	423	419	83	97	95	100
„ N	352	396	462	528	87	100	102	117	292	358	440	489	85	90	102	103
„ P	341	432	480	542	75	85	87	90	299	379	392	453	82	91	95	97
„ KNP	—	422	492	540	—	100	105	107	—	433	475	538	—	97	115	110
„ O	326	389	409	—	90	93	95	—	345	357	400	419	75	82	97	105
„ KN	310	408	465	539	70	87	98	107	325	425	442	525	90	90	98	117
„ KP	333	383	406	535	80	87	89	117	—	288	—	484	—	95	—	101
„ NP	368	—	439	575	93	—	96	107	325	—	419	553	95	—	102	100

eine günstige Einwirkung auf das Leitgewebe ausgeübt wird, fand deshalb in unseren Zahlen keine sichere Stütze, wenn auch einige Beobachtungen am Holzteil in dieser Richtung weisen.

Durch die unzureichende Düngung wurden die Markstrahlen deutlich beeinflußt; bei der Parzelle KN zeigten sie durchschnittlich dieselbe gute Entwicklung wie bei der beschriebenen Volldüngungsparzelle. Bei den Parzellen K und KP waren die einzelnen Zellen der Markstrahlen wohl vorhanden, doch war ihre Anordnung sehr unregelmäßig. Die einseitige Phosphor- und Stickstoffdüngung verursachte eine sehr kümmerliche Entwicklung. Die Markstrahlenzellen waren hier entweder stark zusammengedrückt oder garnicht vorhanden.

Mikroskopische Untersuchungen der Knollen.

Bei den Knollen wurde durch mangelhafte Nährstoffverhältnisse vor allem die Schale beeinflußt (Tab. 23). Sie war um so dünner, je vollständiger die Düngung war. Infolgedessen war sie auf den Parzellen KN und KNP stets am dünnsten. Die größte Schalendicke hatten die Knollen der P-Parzelle. Einseitige Kali- und Stickstoffgaben riefen keine besondere Beeinflussung hervor.

Die Zahl der Korkschichten veränderte sich gleichmäßig mit der ganzen Schalendicke: bei guter Düngung wenig, bei unvollständiger einseitiger Düngung, besonders mit P, viele Zellagen.

Tabelle 23.

Schalendicke, Zahl der Korkschichten, Dicke der Korkzellen.

	20. Juli			4. August			22. August		
	Gesamtdicke μ	Anzahl der Schichten	Dicke der Zellen μ	Gesamtdicke μ	Anzahl der Schichten	Dicke der Zellen μ	Gesamtdicke μ	Anzahl der Schichten	Dicke der Zellen μ
Parzelle K	124,5	8,02	15,5	170,0	10,79	15,7	211,7	11,78	16,90
„ N	125,4	7,82	16,1	152,1	8,79	17,3	209,2	12,25	16,10
„ P	130,9	8,26	15,8	170,6	9,82	17,4	243,0	13,83	17,60
„ KNP	96,2	6,13	15,7	140,5	8,80	15,9	166,4	9,95	16,65
„ O	139,4	8,09	17,2	164,1	9,30	17,6	206,3	11,64	17,65
„ KN	111,4	6,86	16,1	143,3	8,17	17,3	165,5	9,55	17,25
„ KP	119,8	7,22	16,6	165,8	9,75	17,0	206,1	10,97	18,65
„ NP	109,9	7,23	15,2	152,9	9,33	16,4	217,5	11,13	19,55

Die Unterschiede waren am Ende der Vegetation ausgeprägter als zu Beginn derselben. Am 22. August zeigte z. B. Parzelle KNP 9,95 Schichten, Parzelle KN 9,55, Parzelle P 13,83 und Parzelle O 11,64 Schichten. Die Dicke der einzelnen Korkzellen veränderte sich unter dem Einflusse der Düngung fast gar nicht; sie lag bei der letzten Ernte zwischen 16,10 und 19,55 μ.

Tabelle 24.

Zahl der Gefäße in einem Bündel, Durchmesser der größten und mittleren Gefäße.

	20. Juli			4. August			22. August		
	Zahl	Maxim. Durchmesser μ	Mittl. Durchmesser μ	Zahl	Maxim. Durchmesser μ	Mittl. Durchmesser μ	Zahl	Maxim. Durchmesser μ	Mittl. Durchmesser μ
Parzelle K	4,07	38,0	27,8	4,72	43,6	29,0	5,17	46,8	33,2
„ N	4,60	33,6	23,3	6,14	40,9	26.9	7,22	48,0	34,8
„ P	3,66	34,7	24,3	4,85	35,9	26,9	5,34	49,6	34,7
„ KNP	6,10	36,1	25,4	7,47	44,4	28,8	6,64	43,3	31,6
„ O	4,78	33,7	25,6	5,40	42,8	29,7	4,89	41,1	30,5
„ KN	5,60	34,1	25,7	6,44	44,4	31,9	6,14	45,0	32,0
„ KP	4,09	35,4	27,5	5,34	42,3	30,3	4,72	38,5	27,9
„ NP	4,24	33,5	24,8	5,83	35,8	27,7	5,60	35,3	25,2

In geringem Maße, aber doch deutlich erkennbar wurde durch verschiedene Düngung ein Einfluß auf die Zahl und Größe der Holzgefäße in den Gefäßbündeln ausgeübt (Tab. 24). Die Parzellen KNP und KN brachten wenig von einander abweichende Ergebnisse. Am 22. August betrug bei ihnen die Gefäßzahl 6,64 und 6,14, der Maximaldurchmesser 43,3 und 45,0 μ. Durch Stickstoff wurde vor allem die Zahl der Gefäße günstig beeinflußt: Parzelle N brachte am 22. August 7,22 Gefäße gegenüber 6,64 bei Volldüngung und 4,89 bei ungedüngt. Auch K läßt eine gewisse Neigung erkennen, die Zahl der Gefäße zu erhöhen, während bei P eher eine gegenteilige Wirkung beobachtet werden kann.

Der Einfluß der Düngung auf den Trockensubstanzgehalt und die Aschenzusammensetzung der Kartoffelpflanze.

Aschenuntersuchung des Krautes. (Tab. 25.)

Der Gehalt des Krautes an Trockensubstanz war am geringsten bei den Parzellen K, KNP und KN: er betrug bei diesen am 20. Juli, zurzeit der höchsten Entwicklung der Pflanzen, 10,60, 9,55 und 10,00% gegenüber 13,66% bei ungedüngt, 14,65% bei Phosphordüngung und 14,25 bei Stickstoff-Phosphordüngung. Der geringe Trockensubstanzgehalt findet seine Erklärung in der bekannten Tatsache, daß durch Kali der Wassergehalt der Pflanzen erhöht wird. — Durch Phosphor wurde der Trockensubstanzgehalt, wie die Parzellen P und NP zeigen, deutlich erhöht. Parzelle N nahm mit 12,80% eine Mittelstellung ein. Die Zunahme des Trockensubstanzgehaltes während der Vegetation war bei unzureichender Düngung nicht so gleichmäßig wie bei der normalen Entwicklung. Die Gesamtzunahme erfolgte entsprechend der Frischgewichtserzeugung, deren Verlauf schon beschrieben ist.

Der Stickstoffgehalt des Krautes wurde durch Stickstoffdüngung besonders bei den jungen Pflanzen deutlich beeinflußt. Er zeigt während der ganzen Entwicklung die höchsten Werte auf den Parzellen N und NP, während er auf den Parzellen KN und KNP etwas geringer und auf den nicht mit N gedüngten Teilstücken am geringsten ist. Mit fortschreitendem Wachstum verwischen sich die Unterschiede der Parzellen im Stickstoffgehalt allerdings teilweise. Die Vermehrung des gesamten Stick-

Tabelle 25.

Aschengehalt des Krautes.

Ernte am:	Parzelle	Frisch-gewicht g	Gehalt an Tr.-Subst. %	Gesamt-Tr.-Subst. g	Gehalt der Tr.-Subst. an N %	K_2O %	P_2O_5 %	Gesamt N mg	K_2O mg	P_2O_5 mg	N / P_2O_5
7. Juni	K	12,7	—	—	4,90	6,62	1,57	—	—	—	3,16
7. „	N	16,4	—	—	6,07	3,94	1,52	—	—	—	4,00
7. „	P	11,2	—	—	4,97	4,10	1,56	—	—	—	3,18
7. „	KNP	18,3	—	—	5,38	6,50	1,61	—	—	—	3,34
7. „	O	13,6	—	—	4,83	4,64	1,58	—	—	—	3,97
7. „	KN	29,7	—	—	5,05	6,94	1,52	—	—	—	3,33
7. „	KP	12,3	—	—	4,84	6,96	1,57	—	—	—	3,08
7. „	NP	24,7	—	—	5,70	3,38	1,49	—	—	—	4,81
26. Juni	K	65,7	8,35	5,47	4,60	9,26	1,45	254	506	79	3,16
26. „	N	74,8	10,16	7,60	6,31	3,13	1,52	480	238	115	4,15
26. „	P	45,3	11,60	5,26	4,73	4,51	1,48	247	237	77	3,19
26. „	KNP	99,2	7,86	7,80	5,34	7,14	1,40	417	557	109	3,81
26. „	O	51.2	11,25	5,77	5,00	3,94	1,40	288	217	81	3,57
26. „	KN	120.2	7,91	9,51	5,12	8,27	1,32	484	786	126	3,84
26. „	KP	77,2	8,65	6,74	5,00	8,42	1,42	337	567	95	3,51
26. „	NP	100,4	10,25	10,30	5,83	2,77	1,46	602	285	150	3,99
7. Juli	K	80,7	9.09	7,34	3,74	8,37	1,11	280	615	81	3.37
7. „	N	110,1	10,30	11,35	5,18	2,53	1,23	590	298	140	4,20
7. „	P	54,4	13,60	7,33	3,95	3,45	1,23	290	253	90	3,21
7. „	KNP	256,3	10,43	26,80	4,82	7,87	1,15	1290	2110	308	4,18
7. „	O	87,2	11,46	10,00	4,33	5,18	1.36	433	518	136	3,05
7. „	KN	255,6	9,25	23,50	4,60	7,93	1,20	1680	1865	282	3,80
7. „	KP	138,9	9,54	13,25	3,81	8,32	1,07	505	95	142	3,52
7. „	NP	106,9	11,14	12,20	5,18	2,91	1,25	635	355	153	4,15
20. Juli	K	166,1	10,60	17,60	3,28	8,27	0,93	577	1450	164	3,50
20. „	N	148,8	12.80	19,05	4,77	2,00	0,98	910	380	187	4,87
20. „	P	80,5	14,65	11,78	3,42	2,66	0,89	400	310	105	3,84
20. „	KNP	613,6	9,55	58,60	3,66	7,90	0,92	2140	4620	542	3,96
20. „	O	111.4	13,66	15,22	3,38	3,06	1,10	515	460	168	3,07
20. „	KN	317,9	10,00	31,79	3,52	7,61	0,94	1120	2420	301	3,72
20. „	KP	150,7	12,10	18.20	3,03	7,98	0,87	550	1450	158	3,49
20. „	NP	154,6	14,25	22,00	4,62	2,17	1,02	1020	477	225	4,53
4. August	K	158,2	10,70	16,70	2,96	6,84	0,86	503	1150	145	3,44
4. „	N	153,1	13,86	21,30	3,54	0.95	0,85	755	202	181	4,17
4. „	P	80,1	15,91	12,76	2,81	1,65	0,80	360	211	102	3,51
4. „	KNP	421,7	9,51	40,00	2,68	6,39	0,80	1072	2546	320	3,35
4. „	O	132,2	13,71	18,15	2,45	1,98	0,88	445	360	160	2,78
4. „	KN	311,5	11,01	34,30	2,64	6,43	0,77	900	2200	264	3,43
4. „	KP	160,6	13,50	31,80	2,58	6,67	0,68	560	1455	148	3,79
4. „	NP	192,4	14,12	27,20	3,12	1,45	0,75	850	395	204	4,16

stoffs verlief zunächst parallel der Trockensubstanzerzeugung; doch hatte sie bei allen Parzellen schon am 20. Juli ihren Höhepunkt erreicht, während die Gesamttrockensubstanz des Krautes, abgesehen von der Volldüngungsparzelle, bis zum 4. August noch zunahm. So stieg z. B. bei Parzelle KN die Gesamttrockensubstanz in dieser Zeit von 31,79 g auf 34,30 g; der Gesamtstickstoff fiel von 1,120 g auf 0,90 g. Der so eingetretene Verlust an Stickstoff wird auf Abwanderung der Nährstoffe in die Knollen zurückzuführen sein.

Viel schärfer noch als die Stickstoffdüngung äußerte die Kalidüngung ihren Einfluß auf die Zusammensetzung des Krautes. Alle mit Kali gedüngten Teilstücke wiesen einen Kaligehalt in der Trockensubstanz des Krautes auf, der den kalifreien Parzellen um das doppelte bis dreifache übertraf. Diese Überlegenheit erhielt sich während der ganzen Vegetationszeit, nahm sogar gegen Ende derselben noch zu. Die Pflanzen zeigten also auf den kalireichen Parzellen eine starke Luxusaufnahme an Kali. Bei der Untersuchung der Volldüngungsparzelle ist festgestellt worden, daß der Kaligehalt erst am 20. Juli mit 7,90% sein Maximum erreichte. Dies traf bei den andern Parzellen nicht zu. Bei ihnen lag dieser Zeitpunkt bedeutend früher. Parzelle N und NP haben ihre Maximalwerte mit 3,94 und 3,38% schon am 7. Juni, Parzelle P mit 4,51% am 26. Juni erreicht. Von diesem Zeitpunkt an hielt also die Kaliaufnahme mit der Trockensubstanzbildung nicht mehr gleichen Schritt, eine einfache Folge des Kalimangels dieser Teilstücke. Der Rückgang des Kaligehaltes während des späteren Wachstums wich bei allen Parzellen von der normalen Entwicklung nicht ab.

Die Aufnahme an Gesamtkali verlief nicht parallel der Trockensubstanzproduktion der verschiedenen Parzellen. Darauf weist schon der verschiedene prozentische Gehalt an K_2O hin. Besonders deutlich wird dies aber, wenn man bei der Ernte vom 28. Juli die K- und KP-Parzellen mit den N- und NP-Parzellen vergleicht. Bei annähernd gleicher Menge an Trockensubstanz haben die ersten 1450 mg K_2O, die beiden anderen 380 und 477 mg K_2O. Die aufgenommene Kalimenge geht also ebenso wie der Kaligehalt dem Vorrat an löslichem Kali im Boden ungefähr parallel, nur mit dem Unterschied, daß dort, wo Kali und Stickstoff zusammen wirken in der Düngung, die Aufnahme an Kali wesentlich

erhöht ist. Mit dem 20. Juli war das Maximum an Gesamtkali im Kraute erreicht; der folgende Rückgang wird ebenfalls auf ein Abwandern der Nährstoffe in die Knollen zurückzuführen sein.

Der Phosphorgehalt des Krautes wurde weder durch Phosphor- noch durch andere Düngung sichtbar beeinflußt, da Phosphor im Boden überall genügend vorhanden war. Die Gesamtphosphoraufnahme erfolgte bis zum 20. Juli und betrug bei der Parzelle KNP 542 mg, bei Parzelle P nur 105 mg, sie ging also der Trockensustanzbildung mehr oder weniger parallel.

Aschenuntersuchungen der Knollen. (Tab. 26.)

Der Trockensubstanzgehalt der Knollen war bei verschiedener Düngung ungefähr denselben Veränderungen unterworfen wie der Trockensubstanzgehalt des Krautes; er wurde auch bei ihnen durch Kali herabgesetzt, während die Erhöhung durch Phosphor kaum in Erscheinung trat, eher noch beim Stickstoff in engen Grenzen sich zeigte.

Die folgende summarische Zusammenstellung zeigt das ziemlich deutlich.

Trockensubstanzgehalt der Knollen bei folgender Düngung:

Ernte am	mit K_2O	ohne K_2O	mit P_2O_5	ohne P_2O_5	mit N	ohne N
7. Juli	12,97	14,40	13,91	13,46	13,95	13,42
20. „	16,25	18,60	17,74	17,19	17,53	17,33
4. Aug.	17,86	20,33	19,14	19,05	19,66	18,53
22. „	19,41	21,22	19,97	20,67	20,94	19,70

Die höchsten Gehalte an Trockensubstanz zeigten im allgemeinen die ungedüngte und die NP-Parzelle.

Aus dem Trockensubstanz der Knollen kann, wie schon erwähnt, deren Stärkegehalt durch einfache Subtraktion errechnet werden. Doch ist bei dieser Berechnung Voraussetzung, daß die Knollen ausgereift sind. Bei Betrachtung der Ergebnisse der letzten Ernte vom 22. August kann also ebenfalls der Schluß gezogen werden, daß der Stärkegehalt der Knollen durch Stickstoff, Phosphor und ungenügende Düngung erhöht wurde.

Der Gehalt der Knollen an Stickstoff wurde durch Stickstoffdüngung deutlich beeinflußt: er war besonders hoch bei der Parzelle N am 7. Juli: 2,40%. Doch zeigen alle N- und NP-Parzellen die Erhöhung des Stickstoffgehaltes. Durch Kali wurde

Tabelle 26.

Aschengehalt der Knollen.

Ernte am:	Parzelle	Frischgewicht g	Gehalt an Tr.-Substanz %	Gesamt-Tr.-Substanz g	Gehalt der Tr.-Substanz an N %	K_2O %	P_2O_5 %	Gesamt- N mg	K_2O mg	P_2O_5 mg	$\frac{N}{P_2O_5}$
7. Juli	K	15,5	12,10	1,88	1,40	3,87	1,17	26,3	72,7	22,2	1,19
7. „	N	14,9	13,35	1,99	2,40	2,07	1,30	47,8	41,2	25,9	1,84
7. „	P	15,5	12,82	2,00	1,81	2,53	1,17	36,2	50,6	23,4	1,55
7. „	KNP	43,1	15,13	6,53	1,50	3,20	1,07	98,0	209,0	70,5	1,39
7. „	O	17,9	16,25	2,91	1,79	2,47	1,25	52,2	71,8	36,4	1,43
7. „	KN	40,7	12,13	4,86	1,48	3,23	1,29	72,0	156,0	62,8	1,14
7. „	KP	40,0	12,50	5,00	1,34	3,35	1,26	67,0	167,0	63,0	1,06
7. „	NP	37,7	15,18	5,72	1,75	1,96	1,20	100,0	112,0	68,6	1,46
20. Juli	K	103,1	16,31	16,81	1,28	3,18	1,00	216	535	168	1,28
20. „	N	101,1	18,41	18,61	1,78	1,58	0,93	395	318	187	1,92
20. „	P	54,6	18,41	10,05	1,30	2,18	1,11	131	219	112	1,17
20. „	KNP	291,7	17,35	50,50	1,40	3,04	1,09	707	1530	550	1,28
20. „	O	103,1	18,50	19,09	1,37	2,00	1,04	262	382	199	1,32
20. „	KN	159,1	15,25	24,30	1,47	3,04	1,13	358	740	275	1,30
20. „	KP	81,1	16,10	13,05	1,32	3,20	1,08	156	380	128	1,22
20. „	NP	92,4	19,10	17,65	1,81	2,10	1,01	320	370	178	1,79
4. Aug.	K	162,9	17,05	27,76	1,30	3,32	0,99	361	920	275	1,31
4. „	N	212,4	20,40	43,33	1,96	1,50	0,90	850	649	390	2,18
4. „	P	110,1	19,73	21,75	1,41	2,06	0,91	330	447	198	1,55
4. „	KNP	495,2	19,30	96,00	1,37	2,71	0,88	1320	2600	845	1,56
4. „	O	153,9	20,50	31,60	1,39	1,99	0,92	439	630	291	1,51
4. „	KN	327,1	18,25	59,70	1,50	2,78	0,85	895	1660	507	1,67
4. „	KP	154,6	16,85	26,05	1,21	3,12	0,88	310	813	229	1,37
4. „	NP	221,2	20,69	45,70	1,81	1,52	0,87	825	692	397	2,08
22. Aug.	K	308,5	17,92	55,20	1,33	3,09	0,92	735	1705	508	1,45
22. „	N	316,9	21,80	69,10	1,78	1,36	0,92	1260	940	630	1,94
22. „	P	141,0	19,80	27,50	1,50	2,14	0,91	413	589	250	1,65
22. „	KNP	540,5	20,30	111,00	1,39	2,71	0,84	1541	3010	933	1,65
22. „	O	241,0	22,30	53,60	1,41	1,90	0,83	755	1018	445	1,70
22. „	KN	487,3	20,65	101,00	1,57	2,85	0,79	1588	2880	699	1,99
22. „	KP	239,5	18,78	44,80	1,28	3,17	0,88	621	1535	427	1,45
22. „	NP	368,1	21,00	77,30	1,94	1,68	0,89	1500	1300	689	2,18

er vermindert; Phosphor wurde von Kali und Stickstoff in der Wirkung überdeckt; einen hohen Gehalt wies zu Beginn des Wachstums die ungedüngte Parzelle auf: 1,79%; doch ging er bei dieser schnell zurück; am 20. Juli war er schon auf 1,37% Stickstoff gefallen. Bei allen Parzellen außer Parzelle NP trat die schon bei der Untersuchung der Parzelle KNP festgestellte und erklärte Tatsache in Erscheinung, daß der Stickstoffgehalt zunächst fiel, um später konstant zu bleiben oder wieder anzusteigen. Während aber die Volldüngungsparzelle ihren niedrigsten Gehalt erst am 4. August mit 1,37% erreicht hatte, erreichten die andern Parzellen diesen schon am 20. Juli, abgesehen von Parzelle KP und NP. Die Aufnahme an Gesamtstickstoff verlief ähnlich der Trockensubstanzproduktion; doch kamen die Parzellen KN mit 1588 und NP mit 1500 mg Stickstoff der Volldüngungsparzelle mit 1541 mg an Gesamtleistung ungefähr gleich.

Der Kaligehalt der Knollen wurde durch die Kalidüngung stark erhöht, durch Stickstoff verringert. Am 22. August betrug er bei Parzelle K 3,09%, bei N 1,36%, bei Parzelle O 1,90%. Die Aufnahme an Gesamtkali verlief nicht entsprechend der Trockensubstanzproduktion: Die Parzelle K und KP erreichten bei einer Gesamttrockensubstanz von 5520 und 4480 mg eine Gesamtkalimenge von 1705 und 1535 mg, während die Parzellen N und NP bei 6910 und 7730 mg Trockensubstanz nur 940 und 1300 mg Kali brachten.

Der Phosphorgehalt der Knollen wurde sowohl durch Phosphor wie auch durch andere Düngung nicht beeinflußt. Die Aufnahme an Gesamtphosphor verlief entsprechend der Trockensubstanzproduktion.

Zusammenfassung.

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse ist es möglich, ein Bild darüber zu gewinnen, inwiefern bei der Kartoffelpflanze durch verschiedene Düngung eine Abweichung von der normalen Entwicklung stattgefunden hat und in welcher Weise die einzelnen Nährstoffe die Pflanze beeinflußt haben.

Hecke[1]) berichtet auf Grund seiner Untersuchungen, die eben-

[1]) Die Nährstoffaufnahme der Kartoffelpflanze bei verschiedenen Düngungen im Verlaufe der Vegetationszeit. S. 325.

falls auf dem Göttinger E.-Feld angestellt waren, daß im allgemeinen der Verlauf der Nährstoffaufnahme der Kartoffelpflanze auch bei abweichender Düngung derselbe bleibt: daß also in der Jugendzeit das Bedürfnis und die Aufnahme an Stickstoff sehr hoch ist und daß die Kaliaufnahme erst in der zweiten Hälfte der Vegetation in Erscheinung tritt. — Im Gegensatz hierzu haben wir gesehen, daß, wenn im Boden sehr große Kalimengen vorhanden sind, schon in der Jugend die Aufnahme dieses Nährstoffes sehr intensiv ist, so daß das Maximum im Gehalt nicht erst in der Halbzeit erreicht wird. Die Kartoffelpflanze nimmt also die Nährstoffe, mit denen sie am stärksten gedüngt wird, nicht nur in größerer Menge, sondern auch zu einem früheren Zeitpunkt auf, als der Entwicklung und Knollenbildung wegen notwendig wäre.

Die Anwesenheit von Stickstoff bewirkt vor allem ein schnelles Jugendwachstum der Pflanzen; damit ist verbunden, daß Zahl und Länge der Stengel wie Zahl und Größe der Blätter ebenfalls günstig beeinflußt werden. Andererseits wird durch die Stickstoffdüngung die Vegetationsperiode verlängert; infolgedessen tritt der Abschluß im Wachstum der Knollen erst später ein. Eine spezielle Einwirkung auf die Gewebe des Stengels und der Knolle läßt der Stickstoff darum schlecht erkennen, weil die anderen beiden Nährstoffe von einer tiefer einschneidenden Wirkung sind. Bei der einseitig mit Stickstoff gedüngten Parzelle N war es die Phosphorsäure des Bodens, die die Stickstoffwirkung verdeckte.

Für den Einfluß des Stickstoffs auf die Zusammensetzung der Asche gilt ebenso wie für den Einfluß des Kalis der Satz: Die Kartoffel nimmt mehr von denjenigen Nährstoffen auf, mit denen sie am stärksten gedüngt ist. Infolgedessen wird durch Stickstoffdüngung der Stickstoffgehalt der ganzen Pflanze erhöht. Ebenso wird der Gehalt an Trockensubstanz und damit auch an Stärke infolge einseitiger Stickstoffdüngung höher als bei normaler Düngung. Im Gegensatz hierzu hatte VAGELER[1]) festgestellt: Je höher der Gehalt der Kartoffel an stickstoffhaltigen Bestandteilen, desto geringer ist der Stärkegehalt. Aber schon KRAFT[2]) hatte die Unrichtigkeit dieses Satzes erwiesen. — Der Kaligehalt von Knollen und Kraut wird durch Stickstoffdüngung etwas erniedrigt.

[1]) Über den Einfluß der Vegetationsperiode und der Düngung auf die chemischen Bestandteile der Kartoffelpflanze. S. 563.

[2]) Der Einfluß der Nährstoffe auf die Qualität der Kartoffel. S. 46.

Der Einfluß des Kalis macht sich unter normalen Verhältnissen erst in der zweiten Vegetationshälfte bemerkbar; seine Wirkungen auf die Kartoffelpflanze sind sehr charakteristisch und gut zu erkennen. Die Blätter zeigen infolge Kalidüngung deutlich eine schmale Form; sie sind, wenn die Beidüngung fehlt, außerdem sehr kräftig und dick. — Kali wirkt günstig auf die Epidermis, die Chlorophyllschicht und die Markstrahlen. Es verursacht eine gleichmäßige Anordnung der Zellschichten des Kollenchyms, kräftige Kantenverdickungen der Kollenchymzellen, eine starke Ausbildung der Ringe der Bastfasern und bewirkt vielfach die Anlage vierter Hauptgefäßbündelstränge. — Von Brehmer[1]) hat ebenfalls die Wirkung des Kalis auf den inneren Bau der Kartoffelpflanze untersucht und ist zu ähnlichen Ergebnissen gekommen. — Die Knollen werden durch Kalidüngung in ihrem durchschnittlichen Gewicht schwerer. — Kali wirkt erniedrigend auf Trockensubstanz- und Stickstoffgehalt, erhöhend auf den Kaligehalt der ganzen Pflanze.

Der Einfluß des Phosphors äußert sich in einer langsamen Anfangsentwicklung des Krautes und einer Beschleunigung der Reife der ganzen Pflanze. Phosphor ohne Beidüngung wirkt ungünstig auf die Größe der Blätter, auf die Ausbildung von Epidermis und Chlorophyllschicht und die Größe der Rindenparenchym- und Kollenchymzellen, auf den Durchmesser der Bastfasern und Holzgefäße sowie auf die Ausbildung der Markstrahlen. Bei den Knollen verursacht Phosphor eine dicke Schale und ein geringes Durchschnittsgewicht. Mit Kali und Stickstoff zusammen ergibt Phosphor eine kräftigere Ausbildung der Gefäßbündel. — Der Aschengehalt an Phosphor wird durch die Düngung mit diesem Nährstoff nicht verändert; ebenso nicht der Gehalt an Stickstoff und Kali. Doch findet eine Erhöhung des Trockensubstanzgehaltes statt.

Bei der Betrachung der Wirkungsweise der einzelnen Nährstoffe hat sich gezeigt, daß auf dem Göttinger E-Feld Kali und Stickstoff am wichtigsten, Phosphor dagegen wegen des großen Bodenreichtums an diesem Nährstoff von untergeordneter Bedeutung ist. — Doch ist eine Höchstleistung nur durch die richtige Kombinatien aller drei Nährstoffe zu erreichen.

---

[1]) Der Einfluß des Kali auf den inneren Bau der Kartoffelpflanze. S. 274.

Arbeitsmethoden.

Die chemischen Untersuchungen wurden nach den im Institut üblichen Methoden angestellt. Wegen der zum Teil sehr geringen Stickstoff- und Phosphormengen hat sich für die Stickstoffbestimmung die Mikromethode, für die Phosphorbestimmung die alkalimetrische Methode nach NEUMANN gut bewährt.

Zur mikroskopischen Untersuchung wurden die Objekte nach bekanntem Verfahren in Paraffin eingebettet und mit dem Mikrotom in einer Dicke von 15—25 μ geschnitten. Wegen der Größe der Objekte und um ein Aufrollen und Reißen der Schnitte zu verhindern, empfahl es sich, dem Paraffin etwas Ceresin zuzusetzen und den Objekten vor jedem Schneiden ein angefeuchtetes Stückchen Seidenpapier aufzudrücken. — Zum Färben diente Saffranin, das den Holzteil, die Bastfasern und die Schale der Knollen gut hervorhob. — Von allen Objekten wurden Dauerpräparate hergestellt.

Literatur.

BEHRISCH, Chemische Untersuchungen über die Nährstoffverhältnisse des Göttinger E-Feldes. Inauguraldiss. Göttingen 1921.

v. BREHMER, Der Einfluß des Kali auf den inneren Bau der Kartoffelpflanze. Mitt. der biol. Reichsanstalt 1921, Heft 21.

ESMARCH, Beiträge zur Anatomie der gesunden und kranken Kartoffelpflanze. Landw. Jahrbücher 1919, Heft 2.

HECKE, Nährstoffaufnahmen der Kartoffelpflanzen bei verschiedenen Düngungen im Verlaufe der Vegetationszeit. Journ. f. Landw. 1895.

KELLERMANN, Die Kartoffelpflanze rücksichtlich der wichtigsten Baustoffe in den verschiedenen Perioden ihrer Vegetation. Inauguraldiss. Erlangen 1877.

KRAFT, Der Einfluß der Nährstoffe auf die Gestalt der Kartoffel. Inauguraldiss. Gießen 1919.

Ders., Der Einfluß der Nährstoffe auf die Qualität der Kartoffel. Arbeiten des Forschungsinstituts für Kartoffelbau, Heft 3.

LIEBSCHER, Der Verlauf der Nährstoffaufnahme und seine Bedeutung für die Düngerlehre. Journ. f. Landw. 1887.

ROSTWOROWSKY, Über die Wirkung der einseitigen Düngung auf die Zusammensetzung der Kartoffelasche. Journ. f. Landw. 1912.

v. SEELHORST, Das E-Feld des landw. Versuchsfeldes der Universität Göttingen.

SCHNEIDEWIND, Bericht über die Versuchswirtschaft Lauchstädt. Landw. Jahrbücher 1902.

VAGELER, Über den Einfluß der Vegetationsperiode und der Düngung auf die chemischen Bestandteile der Kartoffelpflanze. Fühlings landw. Zeitung 1906.

Ders., Uber den Einfluß der Düngung auf den vegetativen Aufbau und den Ertrag der Kartoffel. Fühlings landw. Zeitung 1907.

Ein weiterer Beitrag zur Wirkung des Zeotokols (Doloritmehls) auf die Pflanzenproduktion.

Von

E. BLANCK und F. ALTEN.

In einem vorjährigen Versuch[1]) mit Mais, ausgeführt auf drei verschiedenen Böden, gelangten wir zu dem Ergebnis, daß das nach den Angaben des Bergassessors a. D. Reuter hergestellte und benutzte Gesteinsmehl Zeotokol ohne Wirkung auf die Pflanzenproduktion war. Einmal der Sicherheit halber, sodann aber auch aus dem Grunde, weil unser vorjähriger Versuch erst in sehr später Jahreszeit zur Durchführung gelangte, wünschten wir nochmals das Präparat auf seine Brauchbarkeit hin zu prüfen und wählten für diesen Zweck Hafer als Versuchspflanze. Da uns aber der Vorwurf gemacht worden ist, daß wir die Zeotokolsubstanz den Böden nicht richtig zugeführt hätten, so sind wir diesmal in der Verabfolgung des Gesteinsmehles in dreifach verschiedener Weise vorgegangen, insofern wir das Präparat nicht nur mit der obersten Bodenschicht vermischt haben, sondern dasselbe auch mit der ganzen Bodenmasse vermischt in Anwendung brachten und es schließlich nur oben auf dem Boden aufgestreut den Pflanzen zur Verfügung stellten. Letzteres geschah aus dem Grunde, weil behauptet worden ist, daß das Zeotokol nur auf diese Art seine günstigen Einflüsse auszuüben imstande sei, da es sich erst unter solchen Verhältnissen durch Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Umgebung in den kolloiden Zustand umwandele, der nunmehr die Nährstoffe des Bodens an sich ziehe

[1]) Vgl. E. Blanck und F. Alten, Journal f. Landw. Bd. 72, 1924, S. 145.

und die Veranlassung zu der der Substanz innewohnenden und ihr nachgerühmten Eigenschaft eines Nährstoffaustausches verleihe. Im übrigen haben wir dieselben Bodenarten und das gleiche Zeotokolmaterial des Vorjahres benutzt.

Zur Nachprüfung der soeben dargelegten Ansicht der Vermehrung oder Erhöhung der kolloiden Eigenschaften des Zeotokols bei Auflagerung auf feuchtem Boden oder an feuchter Luft haben wir die Veränderung der Oberfläche des Zeotokols unter solchen Bedingungen festzustellen gesucht, indem wir den Hygroskopizitätswert des Zeotokols vor und nach einer solchen Behandlung bestimmt haben, denn dieser ist ja bekanntermaßen der Ausdruck des Verteilungsgrades und somit auch der kolloiden Beschaffenheit der Substanz. Wie aber die in fünffacher Wiederholung ausgeführten Hygroskopizitätsbestimmungen nach Rodewald-Mitscherlich dartun, hat sich durch eine derartige Behandlungsweise kein nennenswerter Unterschied zugunsten der Verschiebung des kolloiden Zustandes des Zeotokols gezeigt, denn der Hygroskopizitätswert für das trockene Zeotokol von $0{,}602 \pm 0{,}005$ hat sich nach mehrwöchentlicher Lagerung des Zeotokols in einem feuchten Keller, der die Bedingungen der Feuchtigkeitsaufnahme und damit Veränderung des Präparates in wünschenswertester Weise besaß, nur auf $0{,}622 \pm 0{,}004$ erhöht, d. h. seine Vermehrung um $0{,}020 \pm 0{,}0064$ liegt innerhalb der zulässigen Fehlergrenze und besitzt daher keine Bedeutung in besagter Richtung.

Die im vorliegenden zu besprechenden Versuche mit Hafer (Beseler II) wurden in etwas größeren, wie im Vorjahre benutzten Gefäßen angesetzt, denn sie vermochten 10 kg lufttrockenen Boden zu fassen. Infolgedessen wurde die Grunddüngung auch etwas stärker bemessen, nämlich jedes Gefäß erhielt 1,2 g N in Form von NH_4NO_3, welcher in 2 Gaben verabfolgt wurde, 1,0 g P_2O_5 als $CaHPO_4$, 1,0 g K_2O als K_2SO_4 und 0,2 g $MgSO_4 . 7H_2O$. Der Sand bekam außerdem noch 0,1 g $FeCl_3$. Bei einem Durchmesser der Gefäße von 24 cm betrug die Bodenoberfläche derselben 452,15 qcm, so daß 3,014 g Zeotokol als Differenzdüngung in Anwendung gelangten.

Bezüglich der Auswahl des Bodenmaterials verweisen wir auf unseren vorjährigen Bericht und fügen nur noch hinzu, daß der lufttrockene Sand 2,57 %, der Reinhäuser Lehm 4,01 %, und der Hainberg-Untergrundlehm 5,20 % H_2O enthielt. Die Wasser-

kapazität der drei Böden stellte sich auf 26,1 bezw. 35,5 und 38,2 %.

Da alle sonstigen Maßnahmen der Durchführung denen des Vorjahres völlig entsprechen, so sei uns nur noch gestattet, die Versuchsanordnung durch nachstehendes Schema kurz wiederzugeben.

Nummer der Gefäße	Bodenart	Grund-düngung	Differenz-Düngung und Art ihrer Ausführung
1—4	Tertiaer Sand	ja	—
5—8	„ „	„	Zeotokol mit dem ganzen Boden vermischt.
9—12	„ „	„	Zeotokol mit der obersten Bodenschicht vermischt.
13—16	„ „	„	Zeotokol auf der Oberfläche des Bodens.
17—20	Reinhäuser Lehm	„	—
21—24	„ „	„	Zeotokol mit dem ganzen Boden vermischt.
25—28	„ „	„	Zeotokol mit der obersten Bodenschicht vermischt.
29—32	„ „	„	Zeotokol auf der Oberfläche des Bodens.
33—36	Hainberg-Untergrundlehm	„	—
37—40	„ „	„	Zeotokol mit dem ganzen Boden vermischt.
41—44	„ „	„	Zeotokol mit der obersten Bodenschicht vermischt.
45—48	„ „	„	Zeotokol auf der Oberfläche des Bodens.

Am 1. April dieses Jahres wurden die Gefäße mit je 24 Haferkörnern bestellt. Diese liefen am 8. desselben Monats auf allen Töpfen sehr gleichmäßig auf. Während der Keimung wurden die Gefäße auf 25 % der Wasserkapazität ihres Bodeninhaltes gehalten, und dieses bis zur Bestockung fortgesetzt, erst dann wurde später allmählich eine Steigerung auf 68 % vorgenommen. Am 21. April wurden die Pflanzen auf je 14 Stück vereinzelt. Die Bestockung erfolgte vom 4.—13. Mai, worauf die 2. N-Gabe verabreicht wurde. Die Blüte stellte sich am 15. Juni und der Beginn der Milchreife am 8. Juli ein, und am 23. Juli 1925 waren alle Pflanzen gelbreif und konnten geerntet werden. Es mag hinsichtlich des

Wachstums der Pflanzen noch bemerkt sein, daß während der ganzen Vegetationszeit keinerlei Unterschiede in dieser Beziehung wahrgenommen werden konnten.

An Erntetrockensubstanz in Gramm wurden vom Sand gewonnen:

Gefäß Nr.		Stroh	Korn	Gesamt
1—4	Ohne Zeotokol	89,14 ± 0,67	69,99 ± 0,94	159.14 ± 1,47
5—8	Zeotokol mit dem ganzen Boden vermischt . .	92,52 ± 1,81	72,08 ± 0,88	164,60 ± 2,28
9—12	Zeotokol mit der obersten Bodenschicht vermischt	91,79 ± 0,17	71,91 ± 0,90	163,70 ± 0,70
13—16	Zeotokol auf der Oberfläche des Bodens . .	91,72 ± 0.30	71,69 ± 1,05	163,41 ± 0,87

Es stellen sich demnach die Mehrerträge durch Zeotokol wie folgt:

	Stroh	Korn	Gesamt
Zeotokol durchmischt mit dem ganzen Boden	3,38 ± 1,93	2,09 ± 1,29	5,47 ± 2,71
Zeotokol mit der obersten Bodenschicht	2,65 ± 0,69	1,92 ± 1,30	4,56 ± 1,63
Zeotokol auf der Oberfläche des Bodens	2,58 ± 0,73	1,70 ± 1,41	4,27 ± 1,71

Wie die zugehörigen wahrscheinlichen Schwankungen erkennen lassen, ist durch die Zeotokolverabfolgungsart in keinem Fall ein gesicherter Mehrertrag an Gesamttrockensubstanz erzielt worden. Dasselbe gilt für den Körnerertrag, und auch der Strohertrag leidet noch sehr unter der Höhe der wahrscheinlichen Schwankung, wenn auch für das mit der obersten Bodenschicht vermischte Zeotokol wie für das der Oberfläche aufliegende Zeotokol eine gewisse Sicherheit im Ausfall des allerdings nur sehr gering erhöhten Strohertrages nicht zu verkennen ist.

Die Ernteerträge auf dem Reinhäuser Lehmboden waren dagegen folgende:

Gefäß Nr.		Stroh	Korn	Gesamt
17—20	Ohne Zeotokol	97,13 ± 1,52	83,02 ± 1,41	180,15 ± 2,66
21—24	Zeotokol mit dem ganzen Boden vermischt . .	97,42 ± 0,89	84,09 ± 0,76	181,51 ± 1,54
25—28	Zeotokol mit der obersten Bodenschicht vermischt	99,23 ± 2,19	79,60 ± 0,82	178,83 ± 3,11
29—32	Zeotokol auf der Oberfläche des Bodens . .	97,89 ± 0,54	83,55 ± 1,26	181,45 ± 1,24

Die Mehrernten durch Zeotokol erweisen sich daher von nachstehend wiedergegebener Höhe:

	Stroh	Korn	Gesamt
Zeotokol durchmischt mit dem ganzen Boden	0,29 ± 1,76	1,07 ± 1,60	1,36 ± 3,07
Zeotokol mit der obersten Bodenschicht	2,10 ± 2,67	−3,42 ± 1,63	−1,32 ± 4,09
Zeotokol auf der Oberfläche des Bodens	0,76 ± 1,61	0,53 ± 0,90	1,30 ± 2,14

Im Fall des Reinhäuser Lehmbodens hat die Zeotokol-Gabe somit gänzlich versagt. Nicht nur, daß sich bei der Vermischung mit der obersten Bodenschicht sogar Erntedepressionen im Körner- und Gesamttrockensubstanzertrag eingestellt haben, was mit dem vorjährigen Versuch völlig im Einklang steht, sondern auch die Mehrerträge an Stroh, Korn und Gesamttrockensubstanz, die sämtlich nur von geringer Höhe sind, werden durch den Ausfall der wahrscheinlichen Schwankung völlig in Frage gestellt.

Auf dem Hainberg-Untergrundlehm sind schließlich die Ernten an Trockensubstanz folgendermaßen ausgefallen:

Gefäß Nr.		Stroh	Korn	Gesamt
33—36	ohne Zeotokol	80,73 ± 1,19	71,27 ± 1,59	151,99 ± 1,80
37—40	Zeotokol mit dem Boden vermischt	82,97 ± 2,04	69,04 ± 0,98	152,01 ± 2,45
41—44	Zeotokol mit der obersten Bodenschicht vermischt	86,78 ± 1,65	69,57 ± 0,72	156,32 ± 2,32
45—48	Zeotokol auf der Oberfläche des Bodens .	92,75 ± 0,43	69,62 ± 0,40	162,37 ± 0,50

Stellen wir auch hier die durch Zeotokol gegenüber ohne Zeotokol erzielten Erntedifferenzen fest, so gelangen wir zu nachstehenden Zahlen, wobei zu bemerken ist, daß die Körnererträge Minuserträge sind, wie dies schon äußerlich durch das Vorzeichen zum Ausdruck gebracht worden ist.

	Stroh	Korn	Gesamt
Zeotokol durchmischt mit dem ganzen Boden	2,24 ± 2,36	−2,23 ± 1,87	0,02 ± 3,04
Zeotokol mit der obersten Bodenschicht	6,05 ± 2,03	−1,70 ± 1,74	4,33 ± 2,89
Zeotokol auf der Oberfläche des Bodens	12,02 ± 1,27	−1,65 ± 1,64	10,38 ± 1,87

Wenn nun auch den Mindererträgen an Körnern auf Grund der wahrscheinlichen Schwankungen keine Bedeutung beigemessen werden kann, so sprechen sie doch sicherlich nicht für die Anwendung des Zeotokols. Aber auch die geringen Mehrerträge an Stroh im Falle der Vermischung des Bodens mit dem Zeotokol besitzen aus dem nämlichen Grunde keine Zuverlässigkeit, nur in dem einen Fall der Anwendung des Zeotokols, nämlich als auf der Oberfläche des Bodens befindlich, hat sich hier ein Mehrertrag an Stroh eingestellt, der der zugehörigen wahrscheinlichen Schwankung zufolge als sichergestellt anzusprechen ist. Dasselbe gilt für den Gesamtertrag an Trockensubstanz als Folge des Ausfalls im Strohertrage.

Fassen wir die Ergebnisse unserer sämtlichen Versuche mit Zeotokol, also sowohl die des Vorjahres, wie die der vorliegenden Untersuchungen zusammen, so gelangen wir abermals zur Feststellung der Unwirksamkeit dieses Präparates auf das Pflanzenwachstum, denn der soeben dargelegte, allen anderen Befunden gegenüber fast alleindastehende Ausfall einer günstigen Beeinflussung des Strohertrages bei oberflächlicher Beschichtung des Bodens auf dem Untergrundlehm kann trotz seiner Sicherstellung keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit machen. Aber selbst dann, wenn dies der Fall sein sollte, besitzt er für praktische Verhältnisse keine Bedeutung, weil Untergrundböden aus naheliegenden Gründen niemals zur Pflanzenkultur herangezogen werden. Eine Erhöhung der Körnererträge, die jedoch das Ziel einer jeden Düngungs- oder Meliorationsmaßnahme sein muß, ist aber in keinem Fall der Unter- oder Aufbringung des Zeotokols erfolgt, so daß von praktischen Gesichtspunkten aus dem Präparat kaum eine Bedeutung beigemessen werden kann.

Göttingen, im August 1925.

Untersuchungen über die physiologische Bedeutung der Nährstoffauszüge, ein Beitrag zur Bestimmung des Düngebedürfnisses des Bodens auf chemischem Wege.

Von

E. BLANCK und F. ALTEN.

Der Wert der Bodennährstoffauszüge ist mit Recht viel umstritten, und man hat daher bekanntlich nach den verschiedensten Mitteln Umschau gehalten, um den Bodennährstoffauszug zu ersetzen. Wir beabsichtigen nicht an dieser Stelle zu diesen vielfachen Bemühungen Stellung zu nehmen, es liegt uns vielmehr daran, auf eine unseres Wissens bisher noch nicht geübte Untersuchungsweise, die Befunde der Nährstoffauszüge mit dem Verhalten der Pflanze den durch die Bodenauszüge als „disponibel erkannten" Nährstoffmengen gegenüber vergleichend zu prüfen. Otto Lemmermann[1]) hat vor Jahren dem Düngerbedürfnis des Bodens in der Art näher zu kommen gesucht, daß er dem als Versuchsobjekt dienenden Boden seine den Nährstoffauszügen entsprechenden Nährstoffe entzogen und den Einfluß derartig ihres Kalis beraubter Böden auf die Pflanze klarzulegen getrachtet hat. Wir haben zu unseren Untersuchungen für die Bodenphosphorsäure den umgekehrten Weg gewählt, indem wir versuchten der Pflanze diejenigen Mengen Phosphorsäure zur Verfügung zu stellen, die uns der Nährstoffauszug als in einem Boden vorhanden erwies.

Derartige Untersuchungen wie diese haben aber unseres Erachtens einen doppelten Wert, insofern, als sie uns nicht nur

[1]) O. Lemmermann, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 49, 1898, S. 285.

Aufschluß über die in vorliegender Abhandlung zu erörternden Fragen geben, sondern hierüber hinaus noch gestatten, Anhaltspunkte für die Ausarbeitung einer pflanzenphysiologisch-chemischen Bodenanalyse zu gewinnen, die uns auch heute noch, trotz reichlicher Bemühungen und mancher Erfolge auf diesem Gebiete, fehlt. Wir dürfen es niemals verkennen, daß wir es im Boden mit einem Gebilde zu tun haben, das mannigfaltiger als irgend ein anderes Naturobjekt ausgestattet ist und daher dessen Beziehungen zur Pflanze und zu ihrem Wachstum der gründlichsten Durchforschung bedürfen, so daß wir auch auf diesem Gebiet der Forschung erst nach sehr langer, mühevoller Arbeit imstande sein können, etwas sicheres über die Beziehungen der einzelnen Bodenanteile zur Pflanze auszusagen. Hierauf haben wir jedoch unser Augenmerk zu richten, falls wir das Düngebedürfnis des Bodens, wohl die vornehmlichste Aufgabe der Agrikulturchemie seit ihren Anfängen, festzustellen trachten. Selbstverständlicherweise werden die Untersuchungen des Bodens nur in engster Anlehnung an den Vegetationsversuch zur Durchführung gelangen können. Es fehlt uns heute eben noch völlig an der exakt naturwissenschaftlichen Grundlage für das Problem der Bestimmung des Düngebedürfnisses eines Bodens. Die bisherigen, zum Teil auch vielversprechenden Erfolge der zu diesem Zweck eingeführten Schnellmethoden können uns hierüber keinesfalls hinwegtäuschen. Der größte Fehler der letzten Jahre in unserer Forschung war der, daß man sich mehr und mehr gewöhnte, vom Boden in seiner Gesamtheit auszugehen, als daß man bescheiden die einzelnen Komponenten desselben in ihrem Einfluß auf das Pflanzenwachstum untersuchte. Die Folge dieses Vorgehens ist die uns noch heute mangelnde präzise Erklärung für das Zustandekommen einer Erscheinung, weil wir bei der bisher verfolgten Arbeitsweise wohl die Wirkung vieler gemeinsamer Faktoren erkannt haben, aber nicht mit Sicherheit anzugeben vermögen, welchem ganz bestimmten Bodenfaktor der Hauptanteil am Erfolg für das Zustandekommen der Wirkung zukommt. Ehe wir aber nicht den Boden in der Auswirkung seiner einzelnen Teile auf die Pflanze kennen, werden unsere Methoden immer nur in besonderen Fällen, nämlich unter extremen Verhältnissen, Aufschluß zu geben erlauben.

Das Ziel unserer Untersuchungen ist daher dem Boden oder besser gesagt einem zunächst völlig indifferenten Substrat einzelne

Bodenkonstituenten einzuverleiben und deren Wirkung auf das Pflanzenwachstum bezw. auf die Ernährung der Pflanze zu beobachten. Durch weiteren Einsatz mehrerer und Kombination verschiedener Bodenanteile gelingt es dann schließlich, dem Boden in seiner Beschaffenheit und seinen Eigenschaften näher zu kommen und die Wirkung gemeinsamer Einflüsse aufzudecken, wobei man, infolge des sicheren Einblicks in die stoffliche Natur des Substrats, stets in der Lage ist, den Wirkungswert der einzelnen Faktoren einzuschätzen, ohne Gefahr zu laufen, von nicht kontrollierbaren Faktoren beeinflußt zu sein. Wenn wir auch noch sehr weit von dem gesteckten Ziel entfernt sind, so wünschen wir doch schon einiges mitzuteilen, was von Interesse für die Beurteilung unserer gewöhnlichen Nährstoffauszüge als Indikatoren der Fruchtbarkeit eines Bodens sein dürfte.

Zu unseren Untersuchungen wählten wir einen Boden aus, der uns in bezug auf seine Phosphorsäurebedürftigkeit von früheren Versuchen[1]) her genügend bekannt war und der sich als ein gar nicht oder nur wenig auf Phosphorsäure reagierender Boden gezeigt hatte. Es war der Buntsandstein-(Röth-)verwitterungsboden des Gutes Reinhausen bei Göttingen mit 83,7% abschlämmbaren Teilen nach Kühn, ausgestattet mit einer Wasserkapazität von 42,72 und einer Hygroskopizität von 6,74. Nach dem Verfahren von Neubauer hatte er bei Benutzung von Hafer $14{,}44 \pm 0{,}14$ mg P_2O_5 als assimilationsfähig erkennen lassen. Von diesem Boden wurden die verschiedensten Nährstoffauszüge hergestellt, und zwar wurden nachstehend wiedergegebene Methoden angewandt, denen wir zugleich die im Bodenauszug ermittelte Menge an Phosphorsäure beifügen,[2]) da uns die übrigen Befunde der Auszüge an dieser Stelle nicht interessieren.

1. 20 g lufttrockener Feinboden (von 4,25% Feuchtigkeitsgehalt) wurden mit der 5fachen Menge einer 10prozent. Salzsäure, ohne Berücksichtigung des Karbonatgehaltes des Bodens 4 Stunden auf dem siedenden Wasserbade behandelt.

---

[1]) Vgl. W. Lange, Zeitschr. f. Pflanzenernährung und Düngung, noch im Druck befindlich.

[2]) Die Bodenauszüge wurden der Sicherheit halber von mehreren Analytikern mit gleich guter Übereinstimmung durchgeführt, so daß stets mindestens 4 Parallelanalysen vorliegen. Die Herren Dr. Scheffer und Dr. Hahne haben uns in dankenswerter Weise bei diesen Untersuchungen unterstützt.

Es waren in Lösung gegangen: 0,192% P_2O_5.

2. 20 g lufttrockener Feinboden gleichen Feuchtigkeitsgehalts wurden mit der 2fachen Menge 10prozent. HCl in gleicher Weise behandelt.

Es waren in Lösung gegangen: 0,178% P_2O_5.

3. 20 g lufttrockener Feinboden wurden mit 2facher Menge kalter 25prozent. HCl gleicherweise behandelt. Es gingen in Lösung 0,177% P_2O_5.

4. 25 g lufttrockener Boden mit 2facher Menge 1prozent. HCl drei Stunden auf dem Wasserbade einmal ohne Berücksichtigung des Karbonatgehaltes, das andere Mal unter Abstumpfung desselben mit HCl. Gelöst wurden im ersten Fall 0,028, im zweiten 0,053% P_2O_5.

5. 25 g lufttrockener Boden mit 2facher Menge 1prozent. HNO_3 3 Stunden auf dem Wasserbade mit und ohne Berücksichtigung des Karbonatgehaltes. Lösungswerte 0,038 bezw. 0,030% P_2O_5.

6. 50 g lufttrockener Boden mit 500 ccm 2prozent. Zitronensäure eine Stunde im Rotierapparat geschüttelt, und zwar auch hier mit und ohne Rücksicht auf den Karbonatgehalt. Gelöst wurden 0,063 bezw. 0,052% P_2O_5.

7. Desgl. unter Verwendung von 1prozent. Zitronensäure. Hierdurch lösten sich 0,061 bezw. 0,043% P_2O_5.

8. Desgl. bei Benutzung von $^1/_2$prozent. Zitronensäure. Es lösten sich 0,057 bezw. 0,030% P_2O_5.

9. Desgl. als Lösungsmittel 1prozent. Essigsäure unter denselben Bedingungen mit dem Erfolg 0,062 bezw. 0,027% P_2O_5.

10. Löslichkeit der Bodenphosphorsäure in mit CO_2 gesättigtem Wasser, nämlich 0,002% P_2O_5.

11. Desgl. in Wasser 0,002% P_2O_5.

Die auf diese Weise ermittelten Mengen unseres Bodens an P_2O_5 sollten nun, indem sie der Pflanze zur Verfügung gestellt wurden, dazu dienen, den Wirkungswert der durch die verschiedenen Nährstoffsauszüge erhaltenen Phosphorsäure darzutun. Um dieses zu erreichen, wurden Vegetationsversuche durchgeführt, denen als Bodensubstrat ein nahezu völlig aus Quarz bestehender Sand diente, dem außer einer Grunddüngung von Kali und Stickstoff die Phosphorsäure in den durch die Nährstoffauszüge festgestellten Mengen verabreicht wurde. Gleichzeitig

wurde der Wirkungswert der Phosphorsäure unseres Reinhäuser Bodens durch Ausführung eines Differenzversuches unter sonst gleichen Bedingungen ermittelt. Dieses erwies sich zum Zwecke des Vergleiches der Wirkung der Phosphorsäuremengen der einzelnen Bodenauszüge in bezug auf die Phosphorsäurewirkung des Bodens erforderlich.

Der zu den Versuchen dienende Quarzsand, der von der Freienwalder Schamottefabrik bezogen worden war und sich für derartige Untersuchungen als durchaus brauchbar zeigte, besaß die Zusammensetzung: 99,05% SiO_2, 0,41% $Al_2O_3 + Fe_2O_3$, 0,48% MgO, 0,004% K_2O, während sonstige Bestandteile entweder nur in Spuren, wie z. B. CaO, oder gar nicht, wie P_2O_5 und Na_2O vorhanden waren. Seine Wasserkapazität stellte sich auf 23,5.

Zur Aufnahme des Sandes wie auch des Reinhäuser Lehmbodens dienten kleine Versuchsgefäße aus Zink, die wie üblich innen mit Eisenlack gestrichen und mit Durchlüftungseinsätzen versehen waren. Ihre Höhe betrug 20 cm, ihr Durchmesser gleichfalls 20 cm, sie wurden in üblicher Weise gefüllt, und zwar mit 6 kg des Quarzsandes bezw. 6 kg des Reinhäuser Lehms mit 4,25% Feuchtigkeit, entsprechend dem Feuchtigkeitsgehalt der für die Bodenauszüge dienenden Bodenprobe.

Die Grunddüngung für die Quarzsand-Gefäße wurde nach den Erfahrungen von Th. Pfeiffer[1]) in folgender Höhe bemessen, wobei bemerkt werden muß, daß die N-Düngung in 2 Gaben verabfolgt wurde.

1,5 g N in der Form von NH_4NO_3.
1,7 g K_2O als K_2SO_4.
1,0 g $CaCO_3$.
0,3 g $MgSO_4 . 7H_2O$.
0,05 g $FeCl_3$.

Da es nun nicht möglich war, bezw. wegen der zum Teil nur geringen Unterschiede auch keinen Sinn hatte, die P_2O_5-Differenzdüngung entsprechend dem P_2O_5-Gehalt sämtliche Nährstoffauszüge zu verabreichen, so wurden gewisse Gruppen in der Dosierung der P_2O_5-Gabe gebildet.

Entsprechend der benutzten 6 kg Quarzsand stellte sich die auf Grund des Ausfalls der Nährstoffauszüge zu gebende P_2O_5-Menge wie folgt:

[1]) Th. Pfeiffer, Der Vegetationsversuch. Berlin 1918, S. 84.

Unter Bezug auf den		
10prozent. HCl-Auszug Nr. 1	(0,192% P_2O_5) =	11,52 g P_2O_5
10 „ „ „ „ 2	(0,178 „ „) =	10,68 „ „
25 „ „ „	(0,177 „ „) =	10,62 „ „
1 „ „ „ bei Abstumpfung des Kalkgehaltes des Bodens	(0,053 „ „) =	3,18 „ „
bei Nichtberücksichtigung desselben	(0,021 „ „) =	1,26 „ „
$^1/_2$prozent. Zitronensäure-Auszug, unter	(0,057 „ „) =	3,42 „ „
1 „ Berücksichtigung des Boden-	(0,061 „ „) =	3,66 „ „
2 „ karbonatgehaltes	(0,063 „ „) =	3,78 „ „
$^1/_2$ „ Zitronensäure-Auszug ohne	(0,030 „ „) =	1,80 „ „
1 „ Abstumpfung des Karbonat-	(0,043 „ „) =	2,58 „ „
2 „ gehaltes des Bodens	(0,052 „ „) =	3,12 „ „
1 „ Essigsäure-Auszug bei Abstumpfung	(0,062 „ „) =	3,72 „ „
ohne Abstumpfung des Karbonatgehaltes . .	(0,027 „ „) =	1,62 „ „
1prozent. HNO_3-Auszug bei Abstumpfung . .	(0,038 „ „) =	2,28 „ „
ohne Abstumpfung des Karbonatgehaltes . .	(0,030 „ „) =	1,80 „ „
CO_2-haltigen Wasser-Auszug	(0,002 „ „) =	0,12 „ „
Wasser-Auszug	(0,002 „ „) =	0,12 „ „

Wir gaben somit folgende Gruppenmengen an Phosphorsäure und zwar geschah dies in Form des Dikalziumphosphates $CaHPO_4$.

1. 10,94 g P_2O_5 entsprechend der P_2O_5 der 10prozent. heißen HCl-Auszüge und des kalten 25prozent. HCl-Auszuges.

2. 3,65 g P_2O_5 entsprechend der P_2O_5 des 1prozent. Essigsäure- des $^1/_2$, 1 und 2prozent. Zitronensäureauszuges bei vorheriger Abstumpfung des Karbonatgehaltes.

3. 3,15 g P_2O_5 entsprechend der P_2O_5 des 1prozent. HCl-Auszuges nach Abstumpfung und des 2prozent. Zitronensäure-Auszuges ohne Abstumpfung des Karbonatgehaltes.

4. 2,43 g P_2O_5 entsprechend der P_2O_5 des 1prozent. HNO_3-Auszuges nach Abstumpfung und des 1prozent. Zitronensäure-Auszuges ohne Abstumpfung des Karbonatgehaltes.

5. 1,80 g P_2O_5 entsprechend der P_2O_5 des 1prozent. HNO_3- und des $^1/_2$prozent. Zitronensäure-Auszuges bei Nichtberücksichtigung des Karbonatgehaltes.

6. 1,62 g P_2O_5 entsprechend der P_2O_5 des 1prozent. Essigsäure-Auszuges ohne Abstumpfung des Karbonatgehaltes.

7. 1,26 g P_2O_5 entsprechend der P_2O_5 des 1prozent. HCl-Auszuges ohne Abstumpfung des Karbonatgehaltes.

8. 0,12 g P_2O_5 entsprechend der im CO_2-haltigen wässerigen Auszuge befindlichen und wasserlöslichen P_2O_5 des Reinhäuser Lehmbodens.

Infolgedessen gestaltete sich die Versuchsanordnung in der im nachfolgenden Schema wiedergegebenen Art.

Nr der Gefäße	Substrat	P_2O_5-Düngung	Grunddüngung
25—28	Reinhäuser Lehmboden	keine	keine
29—32	desgl.	„	0,6 g $N(NH_4NO_3)$ 0,7 g K_2O (K_2SO_4)
33—36	„	0,4 g P_2O_5 ($CaHPO_4$)	desgl.
37—40	Quarzsand	10,94 g P_2O_5	Grunddüngung wie auf S. 223 angegeben
41—44	„	3,65 „ „	desgl.
45—48	„	3,15 „ „	„
49—52	„	2,43 „ „	„
53—56	„	2,43 „ „	2,25 g $N(NH_4NO_3)$ 2,55 g K_2O (K_2SO_4) 1,5 g $CaCO_3$ [1])
57—60	„	1,80 „ „	Grunddüngung wie oben
61—64	„	1,62 „ „	desgl.
65—68	„	1,26 „ „	„
69—72	„	0,12 „ „	„
73—76	„	keine	„

Am 1. April 1925 wurden alle Gefäße mit je 20 Haferkörnern, die allerseits gleichmäßig am 8. d. M. aufliefen, bestellt. Die Vereinzelung der Pflanzen auf je 12 Stück erfolgte am 21. desselben Monats. Schon am 25. d. M. zeigten die Pflanzen auf den Gefäßen 37—40 eine geringe Spitzenschädigung, die auch auf den Gefäßen 41—48 am 27. April in Erscheinung trat und sich weiterhin vom 6. Mai an auf allen Gefäßen bis Nr. 68 allerdings mit abnehmender Stärke, geltend machte. Die Pflanzen auf 73—76 waren zu dieser Zeit schon völlig im Wachstum zurück. Die Bestockung des Hafers erfolgte auf sämtlichen Töpfen am 28. April, und zwar war sie auf den Gefäßen 25—68 erheblich besser wie auf 69—72, auf 73—76 war sie überhaupt nicht zu beobachten. Am 13. Mai wurde die zweite Hälfte der Stickstoffgabe verabreicht. Der Hafer der Gefäße 57—68 ließ zu dieser Zeit ein wesentlich besseres Wachstum wie auf den übrigen Gefäßen der Quarzsandreihe erkennen, namentlich zeichneten sich

[1]) Die höhere Grunddüngung wurde hier verabreicht, um zu erfahren ob die geringer bemessene für unseren Zweck ausreichend gewesen war.

in dieser Beziehung anfangs die Töpfe 69—72 aus, so daß es den Anschein hatte, als wenn diese ganz besonders günstig gestellt seien, aber alsbald traten P_2O_5-Mangelerscheinungen auf diesen Gefäßen ein, und die Pflanzen blieben gegenüber den anderen zurück. Im übrigen hatten die Spitzenschädigungen auf den Gefäßen 57—68 immer mehr und mehr nachgelassen. Die Töpfe 53—56, welche die erhöhte Grunddüngung erhalten hatten, waren schon am 26. Mai als Folge eingetretener Plasmolyse eingegangen und hatten damit den Nachweis erbracht, daß die ihnen verabfolgte Grunddüngung viel zu hoch, die den übrigen Gefäßen gegebene aber zweckentsprechend gewesen war.

Die Rispenbildung trat auf 69—72 am 6. Juni, auf den übrigen Gefäßen etwas später, nämlich am 8. Juni, ein. Da die Pflanzen auf 73—76 mit der Zeit eingegangen und gänzlich vertrocknet waren, so mußten sie am 22. Juni geerntet werden. Die Blüte des Hafers stellte sich in der Zeit vom 18. bis zum 26. Juni ein, und die Milchreife begann am 3. Juli, sie war am 8. Juli auf allen Gefäßen festzustellen, so daß an diesem Tage zur Ernte geschritten werden konnte, denn eine weitere Verfolgung des Wachstums beabsichtigten wir nicht, weil in Hinsicht auf die zu ermittelnde Phosphorsäureaufnahme nach dieser Zeit schon Störungen durch Abwanderung einzutreten vermögen.

Die den Pflanzen während der Vegetationszeit zur Verfügung gestellte Wassermenge belief sich auf 25—68% der Wasserkapazität, sie wurde den jeweilig herrschenden Temperaturverhältnissen und Wasserbedürfnissen des Hafers angepaßt verabfolgt. Es wurden folgende Mengen an Trockensubstanz in Gramm geerntet: (Siehe umstehende Tabelle.)

Betrachten wir die auf dem Reinhäuser-Lehmboden erzielten Erträge an Trockensubstanz, so ergibt sich aus den vorliegenden Befunden eine geringe Phosphorsäurebedürftigkeit des Bodens, die aber nicht zu hoch zu veranschlagen ist, da frühere Versuche[1]) mit diesem Boden bei Benutzung von dreifacher Bodenmenge einen Mehrertrag von $8{,}90 \pm 3{,}03$ g durch Volldüngung gegenüber P_2O_5-Mangel ergeben haben, was vermutlich eben mit der Menge des zur Verfügung gestellten Bodens in Verbindung steht.

Wollen wir aber die Wirkung der durch die Bodenauszüge ermittelten Phosphorsäure im Verhältnis zur Wirkung der Boden-

[1]) Vgl. W. Lange, l. c.

Nr. der Gefäße	Bodenart	P_2O_5-Düngung	Trockensubst. in Gramm	Mehr (+) oder Minder (—) Ertrag gegenüber 29—32
25—28	Reinhäuser Lehmboden	ohne Düngung	58,34 ± 1,37	— 55,42 ± 1,92
29—32	„	P_2O_5-Mangel	93,76 ± 1,34	—
33—36	„	Volldüngung	103,85 ± 1,27	+ 10,09 ± 1,85
37—40	Quarzsand	10,94 g P_2O_5-Gabe	69,07 ± 0,89	— 24,69 ± 1,89
41—44	„	3,65 „ „ „	83,12 ± 0,46	— 10,64 ± 1,42
45—48	„	3,15 „ „ „	86,65 ± 0,44	— 7,11 ± 1,41
49—52	„	2,43 „ „ „	87,88 ± 0,36	— 5,88 ± 1,38
57—60	„	1,80 „ „ „	88,71 ± 0,74	— 5,05 ± 1,53
61—64	„	1,62 „ „ „	90,92 ± 0,17	— 2,84 ± 1,35
65—68	„	1,26 „ „ „	87,65 ± 1,52	— 6,11 ± 2,02
69—72	„	0,12 „ „ „	35,89 ± 0,72	— 57,87 ± 1,52
73—76	„	—	1,92 ± 0,41	— 91,84 ± 1,39

phosphorsäure prüfen, so müssen wir die durch jene erzielten Trockensubstanzernten mit dem Ertrag, der durch eine Volldüngung ohne P_2O_5 auf unserm Lehm erreicht wurde, vergleichen. Geschieht dieses, so haben wir festzustellen, daß der Ertrag auf den Gefäßen 49—52, 57—60, 61—64 und 65—68 dem der P_2O_5-Mangel-Gefäße auf Reinhäuser Lehmboden am nächsten kommt. Den geringen Erntedifferenzen zugunsten der Bodenphosphorsäure kann aber keine wesentliche Bedeutung beigemessen werden, da die zugehörigen wahrscheinlichen Schwankungen nur in einem Falle (49—52) auf Sicherstellung schließen lassen. Besonders 57—60 und 61—64 haben sich der Wirkung der Bodenphosphorsäure gleichwertig erwiesen, es sind dies die Gefäße mit 1,80 und 1,62 g P_2O_5-Düngung, die dem 1prozent. HNO_3, $^1/_2$prozent. Zitronensäure- und 1prozent. Essigsäure-Auszug ohne Berücksichtigung des im Boden vorhandenen Karbonatgehaltes bei der Herstellung der Auszüge entsprechen. Dies steht insofern mit anderen von uns durchgeführten Untersuchungen[1]) im Einklang, als sich besonders die $^1/_2$prozent. Zitronensäure für die Feststellung der assimilierbaren P_2O_5 eines Bodens geeignet er-

[1]) Vgl. M. J. Spuij, Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung, Bd. V, Teil A, 1925, S. 281.

wiesen hat. Die Phosphorsäure der HCl-Auszüge hat sich mit Ausnahme der 1prozent. HCl als durchaus nicht in Übereinstimmung mit der Wirkung der Bodenphosphorsäure gezeigt, sie hat sogar eine starke Depression im Ertrage an Trockensubstanz hervorgebracht. Dasselbe gilt für die Phosphorsäure des 1prozent. Essigsäure-, des $^1/_2$prozent., 1 und 2prozent. Zitronensäure- und des 1prozent. HCl-Auszuges nach vorheriger Abstumpfung des Karbonatgehaltes des Bodens, und auch die Phosphorsäure des 2prozent. Zitronensäure-Auszuges hat bei Unterlassung letzterer Maßnahme noch zu stark deprimierend auf den Ernteertrag gewirkt. Besonders beachtenswert erscheint es aber, daß auch die in mit CO_2 gesättigtem Wasser lösliche P_2O_5 keinen der Bodenphosphorsäure auch nur annähernd ähnlichen Ertrag geliefert hat, im Gegenteil ist die Wirkung dieser P_2O_5-Menge bei weitem nicht ausreichend für den gedachten Zweck gewesen.

Fassen wir das Ergebnis dieser vergleichenden Untersuchungen zusammen, so müssen wir erkennen, daß von den Auszügen nur diejenigen der Wirkung der Bodenphosphorsäure entsprochen haben, die in sehr verdünntem Zustande auf den Boden in Anwendung gelangen und bei deren Herstellung man keine Rücksicht auf die Anwesenheit von Karbonaten im Boden nimmt. Geschieht dieses, so wird sofort zu viel von der Boden-P_2O_5 durch den Auszug in Lösung gebracht. In allen vorgenannten Fällen handelt es sich also für den verminderten Ausfall der Ernten gegenüber der Bodenphosphorsäure um die schädigende Wirkung zu großer P_2O_5-Mengen, im Falle der P_2O_5 des Wasserauszuges und des mit CO_2 gesättigten Wassers ist es dagegen die viel zu geringe Menge P_2O_5, die den Ertrag bedingt.

Die konzentrierten HCl-Auszüge, gleichgültig ob sie in der Wärme oder Kälte hergestellt werden, sind daher für die Ermittlung der assimilierbaren Bodenphosphorsäure untauglich, und ebenso liegt es für die nur gering konzentrierten Säureauszüge, bei deren Herstellung Rücksicht auf die Anwesenheit der im Boden vorhandenen Karbonate genommen wird. Aber auch das mit CO_2 gesättigte Wasser wie Wasser allein vermögen nach den vorstehenden Befunden nicht die assimilationsfähige Bodenphosphorsäure in Lösung zu bringen.

Es ist nun nicht uninteressant, auf die Mengen von P_2O_5

je Hektar hinzuweisen, die wir bei unserm Vegetationsversuch entsprechend der im Bodenauszug enthaltenen P_2O_5 anwenden mußten. Sie stellen sich für die Gefäße von 37—40 zu rund 3480 kg; für 41—44 zu 1160 kg; für 44—48 zu 1000 kg; für 49—52 zu 780 kg; für 57—60 zu 570 kg; für 61—64 zu 520 kg; für 65—68 zu 400 kg und für 69—72 zu 40 kg, und zwar nicht dem Inhalt sondern der Fläche der Gefäße nach berechnet.

Wie aber schon erwähnt, wünschten wir auch Aufschluß über die Aufnahme und Verwertung der gereichten Phosphorsäuremengen zu erhalten, desgleichen bot die Aufnahme und Verwertung des Kalis und Stickstoffs unter so wesentlich abweichenden Verhältnissen der Phosphorsäureernährung Interesse. Die demgemäß in den Erntetrockensubstanzmassen ausgeführten P_2O_5-, K_2O- und N-Bestimmungen ergaben nachstehendes Resultat:

Gefäß Nr.		Gehalt in Prozenten an			Gehalt in Gramm		
		P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N
25—28	Lehmboden	0,83	2,85	0,78	0,484	1,663	0,455
29—32	„	0,67	3,05	1,30	0,628	2,860	1,219
33—36	„	0,78	2,94	1,25	0,810	3,053	1,298
37—40	Quarzsand	4,15	2,14	1,58	2,866	1,478	1,091
41—44	„	1,48	2,16	1,33	1,230	1,795	1,105
45—48	„	1,39	1,93	1,33	1,204	1,672	1,152
49—52	„	0,96	1,95	1,23	0,844	1,704	1,081
57—60	„	0,78	1,69	1,26	0,692	1,499	1,118
61—64	„	0,71	1,73	1,28	0,646	1,573	1,164
65—68	„	0,60	1,74	1,32	0,526	1,525	1,157
69—72	„	0,47	3,13	2,36	0,167	1,123	0,847
73—76	„	0,62	5,09	6,24	0,012	0,098	0,120

Sehen wir uns die aufgenommenen Mengen an P_2O_5 näher an, so erkennen wir, daß auf den Gefäßen 37—40, 41—44, 45—48 und auch noch auf 49—52, wie nicht anders zu erwarten, Luxuskonsumtion an P_2O_5 stattgefunden hat. Die Pflanzen auf den Gefäßen 69—72 wie auch vielleicht noch 65—68, ganz abgesehen von denjenigen auf 73—76, haben ihren Bedarf an P_2O_5 nicht ganz zu decken vermocht. Die Gefäße 57—60 und 61—64 gaben die gleiche Menge aufgenommener P_2O_5 wie die mit Bodenphosphorsäure versorgten Pflanzen (29—32) an, ganz

in Übereinstimmung mit dem Ausfall der Erntetrockensubstanz. Es ist dies ein weiterer Beweis dafür, daß die gering konzentrierten Säuren, 1prozent. HNO_3, $^1/_2$prozent. Zitronensäure und 1prozent. Essigsäure als Extraktionsmittel, wenn sie unmittelbar ohne Berücksichtigung des etwa vorhandenen Karbonatgehaltes auf den Boden zur Einwirkung gelangen, imstande sind, die im Boden vorhandene assimilationsfähige P_2O_5 wiederzugeben. Nicht aber haben dieses die konzentrierten Säuren, die verdünnten Säuren unter Berücksichtigung des Karbonatgehaltes, das mit CO_2 gesättigte Wasser sowie der wässerige Auszug zu tun vermocht.

Die Aufnahme des Kalis aus der Grunddüngung ist in allen Fällen nahezu gleichmäßig erfolgt, mit Ausnahme dort, wo überhaupt nicht genügend Phosphorsäure den Pflanzen zur Verfügung stand. Dasselbe Bild in vielleicht noch besserer Klarheit ergibt sich hinsichtlich der Aufnahme des Stickstoffs.

Wenn wir uns nun nochmals zum Schluß das Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen vor Augen halten, so müssen wir auf Grund derselben als nachgewiesen erkennen, daß vom pflanzenphysiologischen Gesichtspunkt aus nur die verdünnten Säuren als Mittel zur Erkennung des Gehaltes an assimilationsfähiger Bodenphosphorsäure in Frage kommen können, aber auch nur dann, wenn man bei ihrer Anwendung als Bodenextraktionsmittel den etwa vorhandenen Karbonatgehalt des Bodens unberücksichtigt läßt. Als besonders geeignet haben sich unter diesen Bedingungen die 1prozent. Salpetersäure, die 1prozent. Essigsäure, die $^1/_2$prozent. Zitronensäure erwiesen, nicht aber hat der mit CO_2 gesättigtem Wasser ausgeführte Bodenauszug in dieser Beziehung seine Schuldigkeit getan.

Weitere Schlußfolgerungen beabsichtigen wir vorläufig nicht aus unseren Untersuchungen zu ziehen, da sie, wie anfangs schon betont, erst den Ausgangspunkt weiterer Prüfungen bilden.

Göttingen, im August 1925.

Bücherbesprechungen.

Das Grünland in der neuzeitlichen Landwirtschaft. Praktische Anleitung zur Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden auf Grund der Erfahrungen in Steinach. Von Ökonomierat Ludwig Niggl, Steinach bei Straubing. Zweite, neubearbeitete Auflage. Mit 13 Textabbildungen. (Grünlandbücherei Heft 1.) Paul Parey, Berlin SW 11, Hedemannstraße 10 und 11. Preis Rm. 3,—. (Partiepreise: von 25 Stück ab je Rm. 2,70 von 50 Stück ab je Rm. 2,50, von 100 Stück ab je Rm. 2,30.)

Die zweite Auflage von Niggls „Grünland", das jetzt zugleich als 1. Heft einer Grünland-Bücherei erscheint, wird allgemein freudig begrüßt werden. Der Erfolg der ersten Auflage zeigt, daß ein Bedürfnis für ein solches Buch vorhanden ist, das dem Praktiker Aufklärung über alle grundlegenden Fragen der Grünlandwirtschaft bringt und dem Theoretiker daneben eine Fülle von Anregungen vermittelt. Das ist nur möglich, weil der Verfasser als einer der führenden Männer der Grünlandbewegung über einen ungewöhnlich reichen Schatz von Erfahrungen auf diesem Gebiete verfügt und sich nicht damit begnügt, nur diese bekanntzugeben, sondern alle seine Erfahrungen auch wissenschaftlich wertet und begründet. Das macht das Buch so anziehend und wertvoll, daß man gewissermaßen auf jeder Seite die rein praktische Entwicklung aller der verschiedenen Fragen der Grünlandwirtschaft an tatsächlichen Beispielen miterlebt und daß aus allen diesen Beobachtungen sofort die theoretischen Schlußfolgerungen gezogen werden. Die Grünlandfrage ist ja an sich nichts Neues. Ich erinnere an den bewährten Vorkämpfer der Weidewirtschaft, Prof. Falke. Wie aber hier die ganze Grünlandfrage in den Mittelpunkt der Betriebsorganisation gestellt und sowohl privat- wie volkswirtschaftlich betrachtet wird, das ist so anregend, daß gerade diese Teile des Buches jeder mit Freude und Nutzen lesen wird, auch diejenigen Landwirte, für deren Betrieb eine solche Organisation nicht in Betracht kommt. Im übrigen behandelt das Buch alle die technischen Fragen der Wiesen- und Weideverbesserung, hebt die bestehenden Schäden und Unzulänglichkeiten scharf hervor und zeigt die Wege, die eine intensive Grünlandkultur zu gehen hat. Dabei werden besonders die Fragen des Pflanzenbestandes der Grünlandflächen, sowie die Bedeutung hochwertigen Saatgutes und der Futterpflanzenzüchtung in dankenswerter Weise unterstrichen. Das Buch ist wie wenige geeignet, der Grünlandwirtschaft Freunde zu erwerben. Tornau.

Dünnhaupts Studien- und Berufsführer. Band 9: **Landwirtschaft.** Von Guido Maschenz. Dessau, Dünnhaupts Verlag.

Wie sich in der Nachkriegszeit das Interesse an der Landwirtschaft im allgemeinen sehr gesteigert hat, so hat insbesondere das Studium der Landwirtschaft einen sehr starken Aufschwung genommen. Da sich auch sehr viele von Geburt der Landwirtschaft fern stehende Personen dem landwirtschaftlichen Berufe zuwenden, so ist zweifellos ein erhebliches Bedürfnis für ein Buch wie das vorliegende vorhanden, zumal auch die Berufsbetrachtung heute eine große Rolle spielt und schon die amtlichen Berufsberater das Bedürfnis empfinden müssen, sich auch über den ihnen oft fernliegenden landwirtschaftlichen Beruf einigermaßen zu unterrichten.

Der Verfasser weist einleitend darauf hin wie man früher vielfach von der Annahme ausgegangen sei, daß der Dümmste für die Landwirtschaft gerade noch gut genug sei, um dann auszuführen, welche außerordentlich großen nicht nur körperlichen sondern auch geistigen Ansprüche an den Landwirt gestellt werden. Er schildert kurz die vielseitigen Berufsmöglichkeiten, um sich dann den Fragen der Berufsausbildung sowohl der praktischen wie auch der theoretischen zuzuwenden. Dabei werden in großer Genauigkeit die einzuschlagenden Wege gezeigt von der Lehrwirtschaft bis zur Lehrlingsprüfung, von den landwirtschaftlichen Schulen über die Seminare zu den Hochschulen und Universitäten. Es werden die Ausbildungseinrichtungen beschrieben und eingehende Studienpläne aufgestellt. Eine reichhaltige Literaturzusammenstellung wird als angenehme Beigabe empfunden werden. Man kann die kleine Schrift, die in Halbleinen gebunden 2 Rm. kostet, jedem angehenden Landwirt warm empfehlen. Prof. Seedorf.

Richtlinien für den Bau von Grünfutterbehältern Herausgegeben vom Verein zur Förderung der Futterkonservierung e. V. Mit 3 Abbildungen. Berlin, Verlag von Paul Parey. Preis Rm. 1,60. (Partiepreise: von 25 Stück ab je Rm. 1,40, von 100 Stück ab je Rm. 1,20.)

Für die unter den heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen so sehr wichtige Grünfutterkonservierung ist die richtige Anlage von Grünfutterverhältnissen von besonderer Wichtigkeit. Die vorliegende mit einem Geleitwort des Reichsministers für Ernährung und Landwirtschaft Graf Kanitz versehene Abhandlung, der ein kurzer Aufsatz von Professor Fingerling über Zweck und Wert der Grünfutterkonservierung vorangestellt ist, wird deshalb vielen Landwirten sehr willkommen sein, um so mehr, als sie in den Anzeigen die Adressen wohl aller deutschen Firmen finden, die sich mit dem Bau solcher Behälter befassen.

v. Seelhorst.

Erlebnisse und Erfahrungen nach dem Kriege von Graf Joseph Mailath. Der Erlebnisse und Erfahrungen dritter Band mit einer Karte. Budapest, Hofbuchhandlung Julius Benkö, 1925. 328 S.

Graf Mailath, der sich durch eine lange Reihe von sozialpolitischen in ungarischer, deutscher. englischer, französischer und lateinischer Sprache abgefaßten Schriften seit langen Jahren hervorgetan hat — ich nenne aus den letzten Jahren: Zu der Vorgeschichte der besitzpolitischen Reform in Ungarn, die Agrarreform in der Praxis und die Arbeiterfrage im landwirtschaftlichen

Betriebe — hat in dem vorliegenden Buch seine unerhörten Erlebnisse und Erfahrungen während der Revolution in Ungarn in ausführlicher Weise geschildert.

Von den genannten Broschüren, die sämtlich die streng sittliche, soziale und vaterländische Gesinnung des Verfassers und seine umfassende Kenntnis der agrarischen Verhältnisse sowie seine reiche Lebenserfahrung zeigen, sind besonders 2 für uns beachtenswert. Die Agrarreform in der Praxis und die Arbeiterfrage im landwirtschaftlichen Betrieb. Die in Ungarn gemachten Erfahrungen werden sich ebenso wie die in Rußland gemachten überall dort wiederholen, wo die bürgerliche Gesellschaft zu schlapp ist um den Volksverführern das Handwerk zu legen, und die Massen gegen sie zu schützen. Die in dem vorliegenden Buch geschilderten persönlichen Erlebnisse des Grafen Mailath und seiner Angehörigen sind instruktive Belege dafür, wohin diese Schlappheit führt. Besonders eindrucksvoll ist das Vorwort des Buches, welches Graf Mailath unter dem Titel: „Die Psychologie des Bolschewismus und seine Einwirkungen in Ungarn", Budapest, Druckerei der Pester Lloyd-Gesellschaft, herausgegeben hat. In diesem Vorwort ist in ganz vorzüglicher Weise der Bolschewismus und seine Wirkungen dargestellt. v. Seelhorst.

Bericht über die Tätigkeit der schweizerischen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Oerlikon in den Jahren 1920—1923. Vorstand Dr. A. Volkart. Bern, Verbandsdruckerei A.-G. Bern, 1925.

Dieser als Separatabdruck aus dem landwirtschaftlichen Jahrbuch der Schweiz 1925 herausgegebene Bericht ist zugleich der 43.—46. Jahresbericht der schweizerischen agrikultur-chemischen Anstalt und der schweizerischen Samenuntersuchungs- und Versuchsanstalt, die mit Neujahr 1920 vereinigt worden sind. Er zeugt von der regen Tätigkeit dieser Anstalten.

v. Seelhorst.

Die deutsche Landwirtschaft gewährleistet die volle Ernährung des Volkes. Viel Zucker, viel Spiritus können ausgeführt werden. Von A. F. Kiehl, Königl. Ökonomierat. Leipzig, Verlag Otto Hillmann, 1925.

Der im 94. Lebensjahr stehende Verfasser bespricht auf Grund seiner Lebenserfahrungen die Möglichkeiten der Vermehrung der landwirtschaftlichen Produktion und will damit seinen Berufskollegen und unserem Vaterlande dienen. v. Seelhorst.

Die Verwendbarkeit der G. m. b. H. als Organisationsform des landwirtschaftlichen Betriebes von Dr. jur. Gustav Albrecht. Uelzen 1924.

Die ursprünglich als Dissertation gedruckte Arbeit wird jetzt von Gesellius, Buchhandlung und Antiquariat Berlin W. 8 als Broschüre in den Handel gebracht. Der Verfasser, gestützt auf eine große Zahl von juristischen Gutachten, äußert und begründet die Ansicht, daß die G. m. b. H. zwar für landwirtschaftliche Betriebe mit kapitalistischer Wirtschaftsweise als Organisationsform verwendbar ist, daß aber für nicht kapitalistische Betriebe ihre Verwendung und damit eine Produktion in handelsrechtlicher Form unmöglich und somit für diese die Einzelwirtschaft die einzig brauchbare Organisationsform ist.

v. Seelhorst.

Amerikanische Landwirtschafts-Mechanik. Was kann die deutsche Landwirtschaft von der amerikanischen Landwirtschafts-Mechanik lernen? Von J. E. Uber, Dr. phil., Diplom-Landwirt und Psychologe. Mit einem Geleitwort von Oberamtmann Schurig-Markee. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1925. Preis Rm. 2,40.

Oberamtmann Schurig-Markee empfiehlt in seinem Geleitwort die Broschüre mit folgenden Worten: „Ich kann meinen Berufsgenossen nur raten, dieses Buch aufmerksam durchzulesen und die erforderlichen Entschlüsse in die Tat umzusetzen." Ich schließe mich dieser Äußerung an, möchte aber hinzufügen, daß man bei der Lektüre sich stets die ungeheure Verschiedenheit der Produktionsbedingungen — die allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse, Boden, Klima, Absatz, Verkehrsverhältnisse —, vor allem aber unsere zurzeit unglückliche materielle Lage vor Augen halten muß. Es ist also starke Kritik nötig. Bei dieser wird der Leser manches für ihn Brauchbare dem Buche entnehmen können. v. Seelhorst.

Eilhardt Mitscherlichs Lehre von der Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens. Gemeinverständliche Einführung von B. Marquart. Mit 2 Textabbildungen. Berlin, Paul Parey, 1925. Preis Rm. 1,50.

Mitscherlichs geistreiches Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren steht zurzeit im Vordergrund bei Behandlung von Düngungsfragen, speziell der Düngung mit künstlichen Düngemitteln. Verfasser der vorliegenden Broschüre hat sich die Aufgabe gestellt das Gesetz allgemein verständlich — wenigstens für den gebildeten Landwirt — darzustellen, zu erklären und seine Anwendung zu zeigen. Es ist ihm dies in anerkennenswerter Weise gelungen. Das Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren wird wohl allgemein als theoretisch richtig anerkannt. Seiner Anwendung in der landwirtschaftlichen Praxis stehen aber große Schwierigkeiten entgegen. v. Seelhorst.

Die Nahrungsmittel aus Getreide. Ihre botanischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften, hygienisches Verhalten, Prüfen und Beurteilen. Handbuch für Studierende, Landwirte und den gesamten Getreidenahrung erzeugenden Gewerbestand von Dr. A. Maurizio, o. Professor der technischen Hochschule in Lemberg (Polen). Zweite, neubearbeitete Auflage. Erster Band: Mahlgut. Gehalt und Aufbewahren. Die Teiggärung. Das Backen und die Eigenschaften des Brotes. Mit 150 Textabbildungen und 2 Tafeln. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1924. Großoktav XII und 461 Seiten. Preis geb. Rm. 23,—.

Die Bezeichnung 2. Auflage im Titel besteht nicht zu Recht, wie aus dem Text der vorgedruckten Vorworte hervorgeht. Das erste derselben vom Juli 1917 datiert, heißt: Vorwort zur 2. Auflage. Daran schließt sich ein aus Bromberg vom September 1924 datiertes Vorwort zur 3. Auflage in dem es heißt: „Das Werk, das nunmehr verbessert und ergänzt in einer neuen Auflage erscheint, hat die Eigenart behalten, die ihm einen wohlwollenden Leserkreis erwarb. Ich habe jeden wissenschaftlichen Beitrag, dessen ich habhaft werden konnte, „verwertet". Der Verfasser führt dann die wichtigen Änderungen und Zusätze, die sich in der Neuauflage finden, auf. Er erwähnt aber dabei, daß er

nur das solide begründete — so möchte ich es bezeichnen — der Neuerscheinungen dabei berücksichtigt hat.

Der Inhalt des Werkes ist in 8 Abschnitte gegliedert. 1. Das Mahlgut. 2. Die Verunreinigung und Verfälschung des Getreides und der Mehle. 3. Die Mahlerzeugnisse in physikalisch-chemischer und in biologischer Beziehung. 4. Das Lagern von Getreide und Mehl. Atmen, Schimmeln, Selbsterwärmung und Explosion. 5. Chemische Bestandteile des Getreides und der Mahlerzeugnisse. 6. Die Teiggärung, Gärungsorganismen und sonstige Lockerungsmittel. 7. Das Backen und die Eigenschaften des Brotes. 8. Die Backfähigkeit des Weizens und ihre Bestimmung.

Ich möchte das Werk mit denselben Worten empfehlen, mit dem ich den 1919 erschienenen zweiten Band: Die Nahrungsmittel aus Getreide, in diesem Journal empfohlen habe:

„Der Verfasser gibt, gestützt auf eine umfangreiche Literatur, eine so weit ich es übersehen kann, erschöpfende Darstellung des behandelten Stoffes, für welche ihm die auf dem Titel genannten Kreise (ich füge hinzu die Nahrungsmittelchemiker, die landw. Versuchs-Station, die landw. Universitätsinstitute, Hochschulen und sonstigen Schulen) zu großem Dank verpflichtet sein können. Man erhält durch das Buch Antwort auf eine Reihe von Fragen, die man sonst, wenn überhaupt, nur mit großer Mühe bekommen kann.“ Hervorheben möchte ich noch die sehr übersichtliche Disposition, die klare Sprache und die guten Textabbildungen, durch welche sich das Werk auch auszeichnet. v. Seelhorst.

Jahresbericht der Preußischen landwirtschaftlichen Versuchs- und Forschungsanstalten in Landsberg a. d. Warthe. Jahrgang 1924/25, erstattet von Prof. Dr. Knuth. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1925. Preis Rm. 5,—.

Der als Sonderdruck aus den landw. Jahrbüchern vorliegende Jahresbericht enthält nach einem kurzen Überblick über die Entwicklung der Forschungsanstalten im Jahre 1925, die Einzelberichte der einzelnen Anstalten. 1. Bodenkunde und Pflanzenernährung. 2. Meliorationswesen und Moorkultur. 3. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 4. Pflanzenzüchtung. 5. Tierhygiene. 6. Landwirtschaftliches Maschinenwesen. 7. Das Versuchsgut Oldenburg.

Die Arbeiten der Institute erstrecken sich sämtlich auf praktisch wichtige Fragen und enthalten soweit sie abgeschlossen sind, praktisch wichtige Resultate. In dem Bericht über die Tätigkeit des Instituts für Pflanzenzüchtung fällt auf, daß auf die vergleichenden Anbauversuche ein so großer Wert gelegt wird. Man kann zweifelhaft sein, ob dies notwendig ist, weil ja die D. L.-G. und die Landwirtschaftskammern auf diesem Gebiet tätig sind.

Ich empfehle die Beachtung des Jahresberichts, der auf den verschiedensten Gebieten wichtige Mitteilungen für die Praxis bringt und mancherlei Anregung bietet. v. Seelhorst.

Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Von Paul Sorauer. 4. Auflage, 4. Band. Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen. 1. Teil. Neu bearbeitet von Prof. Dr. L. Reh. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1925. Gebunden, Preis Rm. 28,—.

Nach seit der dritten Auflage verflossenen 17 Jahren erscheint der zoologische Teil dieses Handbuches, in 2 besondere Teilbände geteilt, im

äußerlich alten Gewande, mit in zweifacher Hinsicht jedoch verändertem Inhalte zum 4. Male wieder.

Diese Veränderungen beruhen einerseits in der notwendigen zeitgemäßen Umgestaltung der einzelnen Abschnitte gemäß der unterdessen erzielten Fortschritte in der angewandt-zoologischen Forschung zum Vorteil des Werkes, andererseits in einer leider durch die Zeitverhältnisse gebotenen Beschränkung und Kürzung des Inhaltes nach Text und Abbildungen zum Nachteil desselben. Der Herausgeber setzt sich im Vorwort mit diesen Notwendigkeiten auseinander, aus welchem an dieser Stelle hervorgehoben sein mag, daß in der seit der dritten Auflage verflossenen Zeitspanne große Umwälzungen vor sich gegangen sind, einmal durch die mit der Kriegs- und Nachkriegszeit verbundenen allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklungen, sodann durch die gerade seit dem Erscheinen der dritten Auflage begonnene mächtige Entwicklung der angewandt-zoologischen Forschung in Deutschland, für die die Gründung der „Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie" mit ihren Zeitschriften, die völlige Reorganisation der biologischen Reichsanstalt zu Berlin-Dahlem mit ihren zahlreichen Abteilungen, Zweigstellen und Publikationsorganen, die mit diesen und anderen Forschungsstellen ansetzende gewaltige literarische Produktion, die Eröffnung von wissenschaftlichem Neuland und das Erscheinen entsprechenden wissenschaftlichen und praktisch tätigen Nachwuchses bezeichnend sind.

Dieser veränderten Sachlage mußte unter Berücksichtigung der durch den Krieg von uns abgesperrten ausländischen Literatur Rechnung getragen werden.

Durch die Gewinnung neuer Mitarbeiter und besonders auch durch die Möglichkeit der Benutzung der seit der dritten Auflage erscheinenden englischen „Review of applied Entomology" konnte die 4. Auflage nach großen Schwierigkeiten endlich erscheinen.

Trotz vermehrten Gesamtraumes konnten die räumlich ungleich entfalteten Einzelabschnitte zum Teil nicht genügend zur Geltung gebracht werden. Der Kürzung des Textes fiel besonders die Einleitung zum Opfer, die trotz ihres besonders für den Anfänger wichtigen interessanten Inhaltes aufgegeben wurde aus dem Gesichtspunkte heraus, daß die Entwicklung des Handbuches zweckmäßig immer mehr in den speziellen systematischen Teil verlegt werde, während — unter Zurücktreten des lehrbuch-artigen Textes in ihm — die allgemeinen Fragen den unterdessen in neuen, auf der Höhe aller Anforderungen stehenden Auflagen erschienenen altbekannten Lehrbüchern und den neuen Werken überlassen bleiben. So sind auch die allgemeinen Abschnitte in den einzelnen systematischen Gruppen nach Text und Abbildungen erheblich gekürzt. Die Vermehrung des Inhaltes kommt zum großen Teile den ausländischen Schädlingen zugute. Der Fortfall mancher alten Abbildungen ist kein Verlust, während die Vermehrung der Habitusbilder von Befallserscheinungen, Krankheitsformen der Pflanzen nach photographischen Aufnahmen einen auch in der Entwicklungsrichtung des Werkes liegenden erheblichen Gewinn bedeutet und in diesem Sinne sicher kein „Luxus", wie der Herausgeber meint, ist, während das sicher noch für diejenigen Abbildungen zutrifft, die ohne genügende nähere textliche Erläuterungen und Figurenbezeichnungen oder ohne wechselseitige Bezugnahme vom Haupttext aus oder ohne vergleichende Bezugnahmen auf

andere Abbildungen (mit bestimmungstechnischem Einschlag, falls darauf überhaupt nicht verzichtet werden sollte) nur als „Schmuck", vielfach unmotiviert erscheinen könnten.

Angesichts der sehr berechtigten Klagen des Herausgebers über die Nomenklatur könnte dem Benutzer eine Erleichterung geschaffen werden, wenn die Artnamen im Namensverzeichnis nicht unter den durch wechselnde Synonyme besonders betroffenen Gattungsnamen registriert würden, sondern unabhängig von diesen selbständig im Register erschienen, wie das in anderen Werken schon vielfach üblich ist.

Im einzelnen mögen folgende Veränderungen hervorgehoben sein: Unter den neu aufgeführten Protozoen nimmt die Flagellatenkrankheit der Euphorbiacen Raum ein. Die Darstellung der Fadenwürmer ist unter Aufnahme neuer Gattungen und zahlreicher Krankheitsbilder um 16 Seiten vermehrt. Die Regenwürmer wurden beschränkt, die Tausendfüßer in den Abbildungen. Die Spinnentiere wurden durch Zachers neue Ergebnisse an Spinnmilben, durch Rhizoglyphus und durch Banks System vermehrt. Im allgemeinen Teil der Insekten wurden die biologischen Notizen beibehalten. Die Geradflügler wurden sehr vermehrt (etwa 12 Seiten) durch die Ergebnisse an Wanderheuschrecken und photographische Aufnahmen. Die Embidarier erscheinen neu, Termiten und Blasenfüßer vermehrt und sehr viel besser. Gegenüber dem gekürzten allgemeinen Teil der Schmetterlinge sind die Gelechien (Baumwolle) und Wickler (4 Seiten mehr) vermehrt, die Zünsler gar (Rübenzünsler) um 10 Seiten mit schönen Krankheitsbildern, Spanner und die ganz umgeordneten Eulen vermehrt, unter auffallender Minderberücksichtigung z. B. des Eichenwicklers und des Kiefernspanners, während die unverhältnismäßig zu wenig berücksichtigten Spinner und unter den Tagfaltern der Baumweißling einen nur geringen Raum einnehmen.

So stellt sich das beliebte Handbuch in neuer Fassung als Nachschlagewerk neben die übrigen in neuem Gewande auftretenden bewährten Werke für den allgemeinen Handgebrauch, von denen die forstlichen nach allgemeiner und spezieller Bedeutung immer noch den ersten Platz einnehmen, während die Bedeutung des vorliegenden Buches, abgesehen von seiner Berücksichtigung auch der Nicht-Insekten, besonders in der Behandlung der ausländischen Fauna liegt. Daneben kommt die Behandlung der landwirtschaftlich wichtigen Formen zur Geltung, die im übrigen durch Kirchners Nachschlagewerk nach der praktischen Seite nicht zu kurz kommen. Wenn unter Verzicht auf den allgemeinen Teil der spezielle beschreibende Teil in analytischer, besonders auf die Behandlung der Symptome gerichteter Ausgestaltung und unter Ausgestaltung der auf die besten modernen Bekämpfungsverfahren gerichteten Darstellung (unter weiterführender Bezugnahme auf bereits vorhandene Spezialwerke) die einheimischen und ausländischen forstlichen und landwirtschaftlichen Schädlinge behandelt, so füllt das vorliegende Werk neben den bereits bestehenden seinen unentbehrlichen Platz fernerhin aus. Fr. Voss.

Hygienische Milchgewinnung mit besonderer Berücksichtigung der Vitamine und Mineralbestandteile des Futters von Hofrat Dr. W. Müller-Lenhartz, Professor der Landwirtschaft an der Universität Leipzig und

Dr phil. et med. G. von Wendt, a. o. Professor an der Universität Helsingfors in Verbindung mit Prof. Dr. F. Löhnis-Washington. Mit 4 Textabbildungen und 5 Tafeln. Berlin, Verlag Paul Parey, 1925. Preis Rm. 4,—.

Die „hygienische Milchgewinnung" verdient die sorgfältigste Berücksichtigung zunächst aller der Kreise, welche an der Gewinnung einer gesunden tadellosen Milch interessiert sind. Aber auch den Konsumentenkreisen bringt sie viel Beachtenswertes, auch dem Teil derselben, welcher den Wert einer keimfreien Milch kennt.

Das Buch behandelt den gesamten Stoff nach einer Einleitung in 6 Abschnitten, und gibt in einem Anhang Vorschriften über die Gewinnung einwandfreier Milch, ein Merkblatt für Säuglingsernährung und Bestimmungen über den Verkehr mit Milch in Preußen. In der Einleitung, die den Wert einer einwandfreien Milch für Kinder, deren Mütter nicht nähren, hervorhebt, bemerken die Verfasser, daß die Stillunfähigkeit in vielen Fällen auf eine unzweckmäßige Ernährung zurückzuführen ist. Der erste kurze Abschnitt bespricht die Verwendung der Mich im Haushalt und ihre Verarbeitung zu Butter, Käse und Milchkonserven. Im zweiten Abschnitt wird der Wert der hygienisch einwandfreien Milch besprochen. Der dritte ausführliche Abschnitt handelt über hygienische und wirtschaftliche Gesichtspunkte bei der Gewinnung der Milch, das Stroh, der Stallung und das Melken. Der vierte spricht über die Behandlung der Milch bis zum Verbrauch resp. zur Verarbeitung und im Haushalt. Der fünfte über die Verarbeitung selbst. Das Schlußwort enthält Ausführungen über den weiteren Ausbau der Tuberkulosebekämpfung und die weitere gesetzliche Regelung des gesamten Milchverkehrs.

Das Buch empfiehlt sich abgesehen von dem für die weitesten Kreise interessanten Inhalt durch die klare und übersichtliche Behandlung des Stoffes.

v. Seelhorst.

Mitteilungen des schweizerischen Bauernsekretariats Nr. 79, 80, 81. Brugg 1925.

79. Das bäuerliche Erbrecht des schweizerischen Zivilgesetzbuches, bearbeitet von Dr. A. Borel, Beamter im Schätzungsamte des schweizerischen Bauernsekretariats. 238 Seiten.

Aus dem Vorwort von dem Vorsteher des schweiz. Bauernsekretariats Dr. Ernst Laur und dem Adjunkt dieser Behörde Nater führe ich zur Kennzeichnung des Inhalts folgendes an: „Das bäuerliche Erbrecht gehört zu den besten Teilen des Schweizer Zivilrechts. Es stellt das wirksamste Mittel gegen die Überzahlung des Bodens und die Überschuldung dar. Es wird zur Erhaltung des schweizerischen Bauernstandes in hohem Maße beitragen." Aus den Schlußfolgerungen des Verfassers sei folgendes mitgeteilt: „Es dürfte aus den vorstehenden Ausführungen mit Deutlichkeit hervorgehen, daß die Bestimmungen des bäuerlichen Erbrechts im schweizerischen Zivilgesetzbuch ein wirksames Mittel für die Bekämpfung der Zerstückelung des Bodens und der Überschuldung des Grundbesitzes darstellen. Solche Bestimmungen sind heute um so notwendiger, als infolge der durch den Krieg bedingten Umwälzung der wirtschaftlichen und politischen Verhältnisse und der allgemeinen Krise die Preise der landwirtschaftlichen Gewerbe oft in gar keinem richtigen Verhältnisse zur Rentabilität und zum Ertragswert mehr stehen. Obwohl das Recht

zur ungeteilten Übernahme ein ausdrückliches ist, hat es der Gesetzgeber in eine Form gekleidet, welche den Landwirten, Juristen und gegebenenfalls auch den Behörden erlaubt, es in einer Art und Weise anzuwenden, die nicht nur die Forderungen der Volkswirtschaft, sondern auch die der Gerechtigkeit und Vernunft enthält."

Allen denen, die ein Interesse an den Fragen des bäuerlichen Erbrechts nehmen, wird die angezeigte Schrift von großem Nutzen sein können.

Nr. 80. Stenogramm der Verhandlungen der ordentlichen Delegierten-Versammlung des schweizerischen Bauernverbandes 12. Mai 1925. 82 Seiten.

Die in deutsch und französisch geführten Verhandlungen zeigen, daß die schweizerische Landwirtschaft mit ganz denselben Fragen beschäftigt ist, wie die deutsche. Das zeigt die einstimmig angenommene Resolution, aus der ich einzelne Sätze anführe: „Die Delegiertenversammlung des schweiz. Bauernverbandes erklärt, daß die Bauernsame mit steigender Besorgnis die Bewegung verfolgt, welche unter Führung gewisser Kreise der Industrie, unterstützt von den Linksparteien, darauf ausgeht, der Landwirtschaft den dringend notwendigen Schutz gegen die fremde Konkurrenz zu entziehen. Sie erblickt in diesen Bestrebungen eine große Gefahr für die Zukunft; aber auch ein Unrecht gegenüber der Landwirtschaft und einen verletzenden Undank gegen den Bauernstand, der während des Krieges und im Generalstreik das Vaterland vor Unglück bewahrte. Sie protestiert gegen den Versuch dem Bauer, dem fleißigsten und doch am schlechtesten bezahlten Arbeiter der schweizerischen Volkswirtschaft, den heute so bescheidenen Lohn und Verdienst noch mehr zu kürzen."

Nr. 81. Die genossenschaftliche Milchverwertung und Milchverarbeitung in der Schweiz. Erhebung vom Jahre 1924. 140 Seiten.

Der hohe Stand der schweizerischen Milchwirtschaft ist bekannt. Das Heft enthält das Resultat einer Erhebung über die von den Milchgenossenschaften aller Art gelieferte Milch und deren Benutzung. Es geht daraus hervor, daß der auf 600 Millionen Fr. veranschlagte Rohertrag größer ist als der inländische Produktionswert des gesamten Fabrikatexportes von Industrie und Gewerbe. v. Seelhorst.

Memoires de L'institut agronomique et forestier d'état de la Bèlarussie Livraison quatrième cinquième et sixième. Minsk 1925.

Diese beiden starken (250 und 264 Seiten) Veröffentlichungen in russischer Sprache des land- und forstwissenschaftlichen Staats-Instituts in Minsk zeigen in wie intensiver Weise in Rußland gearbeitet wird. Es ist die französische Sprache nur in einem der Titelaufschriften beider Hefte und bei einem ganz kurzen Auszug aus der Arbeit des Prof. Schkateloff, Über die Oxydationsfähigkeit des russischen Terpentins aus pinus sylvestris benutzt. Neben dem russischen ist ein deutsches Inhaltsverzeichnis vorhanden und die kurzen Inhaltsangaben der meisten Arbeiten sind in deutscher Sprache gemacht.

Die Arbeiten des vierten Heftes liegen sämtlich auf dem Gebiet der Botanik, jeder von ihnen ist ein Referat in Deutsch hinzugefügt. Die Arbeiten des fünften Heftes behandeln in der Hauptsache forstliche Fragen. Außer dem genannten französischen Referat über die eine Arbeit haben vier der übrigen

11 Arbeiten deutsche Referate erhalten. Einige derselben, ich nenne die Arbeiten von Gansha „Von der übermäßigen Moortrockenlegung usw." und „Die Perspektiven der Moorkulturen in Weißrußland" sowie die Arbeit von Prof. Kirssomoff „Die englische Brache" sind besonders für uns interessant. Das sechste Heft enthält 5 Arbeiten der Waldversuchsstation am weißrussischen Institut für Land- und Forstwirtschaft, deren 4 ein kurzes Referat in deutscher eins in französischer Sprache erhalten haben. Es ist schade, daß die Originalarbeiten nur von wenigen von uns gelesen werden können.

v. Seelhorst.

Bericht der preußischen Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in Kiel vom 1. April 1922 bis 31. März 1925. Herausgegeben von Professor Dr. Bünger. Sonderabdruck aus den landw. Jahrbüchern. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1925. Preis Rm. 2.50.

Mit dem 1. April 1922 wurde die Preußische Forschungsanstalt für die für die deutsche Land- und Volkswirtschaft so sehr wichtige Milchwirtschaft begründet. Träger der Kieler Anstalt ist der preußische Staat. An ihrer Unterhaltung sind außerdem das Reich, die Landwirtschaftskammern für die Provinzen Schleswig-Holstein und Hannover und die preußische Hauptlandwirtschaftskammer beteiligt.

Die Aufgaben der Forschungsanstalt lassen sich kurz folgendermaßen kennzeichnen:

„Wissenschaftliche Forschungsarbeit auf dem ganzen Gebiet der Milchwirtschaft und des Molkereiwesens, Beratung der Praxis und Lehrtätigkeit in der mit der Anstalt verbundenen Molkereifachschule sowie in besonderen Lehrgängen und Kursen."

Die Forschungsanstalt enthält 6 einzelne wissenschaftliche Institute und zwar ein chemisches, ein bakteriologisches, ein physikalisches Institut und je ein Institut für Milcherzeugung, Milchverwertung und für Maschinenwesen. Jedem Institut steht ein Direktor vor, dem ein oder mehrere wissenschaftliche Hilfsarbeiter und sonstige Lehrkräfte zur Seite stehen.

Angegliedert sind die Molkerei und ein Versuchsgut, das dem Institut für Milcherzeugung unterstellt ist. Eröffnet wurde die Anstalt am 24. März 1924.

Das vorliegende Heft enthält außer dem Bericht der Hauptverwaltung, welcher die Zeit von der Gründung bis zum 31. März 1925 umfaßt, die Einzelberichte der Institute für das vom 31. März 1925 abgelaufene Arbeitsjahr.

v. Seelhorst.

Körperform und Leistung in der schwarzbunten Elbmarschzucht. Ergebnisse 20jähriger Leistungsprüfung in der Lüneburger Elbmarsch und Geest. Von Zuchtdirektor Dr. Driehaus. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1925. Preis Rm. 2,—.

Diese als „Arbeiten der Lüneburger Herdbuchgesellschaft E. V." herausgegebene Broschüre bezweckt, wie der Verfasser im Vorwort sagt, „Die interessierten Kreise der Deutschen Züchter auf die Leistungszucht und ihre Erfolge in der Lüneburger Elbmarsch und Geest aufmerksam zu machen, sie soll aber auch Anregungen zur weiteren Bearbeitung von Leistungsmaterial geben." Interessenten werden sie sicher mit Nutzen lesen. v. Seelhorst.

Beiträge zur Genetik des Weizens.

Von

Dr. phil. KONRAD MEYER.

Allgemeine Vorbemerkungen zur Versuchsanordnung und Methodik.

In vorliegender Arbeit handelt es sich um folgende Bastardierungen:

Heils roter glasiger Dickkopf ♀ × griechischer Sammetweizen ♂.
Hunters Winter-Kolbenweizen ♀ × australischer Bingel ♂.
Weißer Frankensteiner ♀ × Eckendorfer begrannter Dickkopf ♂.
Weißer Frankensteiner ♀ × roter Winter-Grannenspelz ♂.

Die genannten Sorten entstammen dem Demonstrationsgarten des landwirtschaftlichen Instituts für Pflanzenbau der Universität Göttingen und unterliegen einer dauernden Beobachtung und alljährlichen Auslese der besten Pflanzen zur Wiederaussaat. Es kann daher mit Homozygotie der Elternpflanzen gerechnet werden. Zur Bastardierung wurden von jeder Sorte durchschnittlich vier bis fünf Ähren ausgesucht. Es wurden nur die kräftigsten Ährchen aus dem mittleren Teile der als Mutter dienenden Ähren benutzt. Alle anderen Ährchen wurden vorsichtig entfernt, ebenso wurden von den stehengebliebenen Ährchen noch die mittleren Blüten ausgebrochen, so daß nur die beiden äußeren Blüten für die Bastardierung zur Verwendung kamen. Nach vorgenommener Kastration wurden die in dieser Weise vorbereiteten Ähren sofort durch Pergamin vor etwaiger Fremdbefruchtung geschützt. Die Übertragung des Pollens, die entweder am Tage der Kastration oder einen Tag später stattfand, geschah derart, daß vollreife, an ihrer gelben Farbe leicht erkennbare Staubbeutel vermittels einer Pinzette in die geöffneten Spelzen gelegt wurden. Nach dem

Belegen der Blüten blieben die Ähren weiterhin zum Schutz vor anderweitiger Bestäubung von Pergamin umhüllt. Nachdem die Entwicklung soweit fortgeschritten war, daß sich deutlich die Ausbildung eines Kornes erkennen ließ, wurde die Pergaminhülle durch einen leichten Gazebeutel ersetzt, der bis zur Ernte die Ähre vor Vogelfraß und sonstigen schädlichen Einflüssen schützte.

Die einzelnen Generationen wurden im Zuchtgarten des landwirtschaftlichen Instituts in der dort üblichen Anordnung ausgelegt — Reihenabstand 10 cm. Abstand der Pflanze innerhalb einer Reihe 20 cm. Zur Ausfüllung der Randreihen diente Göttinger begrannter Dickkopf. Während der Vegetationszeit wurden die Bestände ständig beobachtet und Verluste durch Auswintern oder sonstiges Ausgehen notiert. Um möglichst Standortsmodifikationen zu vermeiden, wurden im Frühjahr etwa entstandene Lücken innerhalb der Reihe durch Einsaat von Sommergerste oder Umpflanzen von dichter stehenden Pflänzchen derselben Nachkommenschaft ausgefüllt. Die Ernte geschah durch Ausziehen der Pflanze und Zusammenbinden der einzelnen Nachkommenschaft einer jeden Mutterpflanze. Daran schloß sich eine genaue Untersuchung im Ausleseraum auf Grund des im Zuchtbetrieb des landwirtschaftlichen Instituts für Pflanzenbau gebräuchlichen Schemas. Was den Anbau der F_2- und F_3-Generation betrifft, so wurde F_2 meist nach sämtlichen Körnern aus F_1 gezogen, während zur F_3 und F_4 Generation nur ein Teil der vorhergehenden Generation zur weiteren Aussaat benutzt wurde.

Da die vorliegenden Kreuzungen insbesondere der Beobachtung der Vererbungsweise der Ährenform dienen sollten, wurde vor allem bei der Aufarbeitung auf die die Ährenform bedingenden Faktoren, wie die Feststellung der Länge der Spindel, Länge der Spindelabsätze, Zahl, Anordnung und Stellung der Ährchen Gewicht gelegt. Zwecks möglichster Ausschaltung von Modifikationen bin ich bei den Messungen stets von der Pflanze als Einheit ausgegangen, indem ich das arithmetische Mittel aus den Messungen der einzelnen Halme berechnete. Bei der Feststellung der Beziehungen zwischen Ährchenzahl, Spindellänge und mittleren Ährchenabstand bin ich in einzelnen Fällen aus Mangel an Material von diesem Prinzip abgewichen. Als Ährendichte wird in dieser Arbeit der Quotient aus Ährenlänge und Ährchenzahl bezeichnet. Neben der Beobachtung der Ährenform fanden auch genaueste

Beachtung die Merkmale Begrannung, Behaarung, Farbe der Körner und Spelzen, ferner Halmlänge und Kornertrag. In bezug auf die Merkmale Begrannung und Behaarung möchte ich vorweg bemerken, daß in verschiedenem Grade Grannenlosigkeit und Behaarung prävalierte. Eine Abgrenzung der Heterozygoten von den Homozygoten war oft kaum möglich, so daß nur zwischen Begrannung und Grannenlosigkeit, ferner zwischen Behaarung und Glatt unterschieden werden mußte. Im allgemeinen hatten die heterozygot unbegrannten Individuen längere und stärkere Grannenspitzen als die Homozygoten. Ferner saßen die Grannenspitzen nicht nur an dem obersten Ährchen, wie das bei vielen unserer als unbegrannt bezeichneten Sorten der Fall ist, sondern waren bis zur Mitte der Spindel etwa anzutreffen, von der Spitze nach der Mitte zu kürzer werdend. In der Kreuzung Frankensteiner × Eckendorfer begrannter Dickkopf ist der Versuch einer Trennung in begrannte, mediäre und unbegrannte Typen gemacht worden. Ähnliche Schwierigkeiten wie die eben erwähnten boten sich bei der Untersuchung auf Korn- und Spelzenfarbe. Der Farbenbestimmung wurde die von Wilhelm Ostwald begründete Farblehre zugrundegelegt. Ich muß aber bemerken, daß selbst die Elternpflanzen hinsichtlich der Färbungen der Spelzen sowohl, als auch der Körner stark variierten und zwar innerhalb einer Vegetationszeit als auch ganz besonders im Vergleich mehrerer Jahre. So zeigt z. B. das Korn von Frankensteiner aus dem Erntejahre 1922 sehr helle Farbe (08 ga), das aus 1923 ist wesentlich dunkler, während das Erntejahr 1924 sich durch auffallend trübe Körner auszeichnet (08 gc). Es scheinen Witterung und sonstige äußere Einflüsse während der letzten Zeit der Reife besonders modifizierend auf die Ausprägung der Korn- und Spelzenfarbe zu wirken. Es zeigten sich bei den genaueren Untersuchungen der Korn- und Spelzenfarben die verschiedensten Grade der Farbenstärke, die zu analysieren zuweilen unmöglich war. Es wurde daher grundsätzlich unterschieden zwischen folgenden Kornfarben: hellgelb (08 ga—08 gc) Korn wie Frankensteiner; rotbraun (17 nc, 17 pc) gleich Korn wie roter Wintergrannenspelz; graubraun (13 lc) gleich Eckendorfer begrannter Dickkopf.

Was die zahlenmäßige Auswertung der Versuchsergebnisse anbetrifft, so habe ich im großen und ganzen die von Johannsen vorgeschlagenen Methoden der Biometrie und Variationsstatistik

angewandt. Um bei „alternativer Variabilität“ die gefundenen Zahlen auf die idealen Verhältnisse 3:1, 9:3:3:1, 15:1 usw. zurückzuführen, rechnete ich das beobachtete Zahlenmaterial auf die betreffende Kombinationszahl (K) um, wodurch sich sowohl die Relationszahlen der Beobachtung als auch die Größe der Abweichung (D) vom idealen Verhältnis ergab. Den mittleren Fehler (m_K) für die einzelnen Glieder (N) der idealen Reihe berechnete ich nach der Formel

$$m_K = \sqrt{\frac{N(K-N)}{n}}.$$

Die Werte für die Größe der Abweichung (D) dividierte ich durch den mittleren Fehler und bekam so miteinander vergleichbare Größen. Diese mit + oder — bezeichneten D:m-Werte — die Vorzeichen geben die Richtung der Abweichung wieder — beziehen sich im allgemeinen auf die Individuengruppe mit dem dominanten oder prävalierenden Merkmal. Zur Berechnung der Variabilitätsmasse benutzte ich folgende Formeln:

Streuung $\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma p a^2}{n} - b^2}$, wobei a = Anzahl der Spielräume von O-Punkt; p = die in den einzelnen Klassen vorkommenden Frequenzzahlen; b = Korrekturmaß bei der Berechnung des Mittelwerts (M).

Berechnung des Mittelwerts (M):

Der mittlere Fehler $m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

der Variationskoeffizient $v = \frac{100}{M} . \sigma$

der Korrelationskoeffizient $r = \frac{\Sigma p a_x a_y - n b_x . b_y}{n . \sigma_x . \sigma_y}$ (BRAVAIS Formel).

Von den neueren Erscheinungen der Literatur über die genetischen Verhältnisse beim Weizen hat mir die vorzügliche Arbeit von BIRGER KAJANUS „genetische Untersuchungen am Weizen“ große Dienste geleistet und ich werde wiederholt in meinen Ausführungen auf diese Arbeit verweisen.

Grundsätzliches zur Ährenform des Weizens.

Die Vererbung der Ährenform stand im Vordergrund der Beobachtungen. Wir wissen, daß das Merkmal Ährentyp sich

sehr kompliziert bei der Vererbung erweist und von mehreren Faktoren bedingt wird. Es sei mir daher erlaubt, einige Worte über die Ährenform, ihrer Entstehung und ihre morphologische Verschiedenheit voraus zu schicken.

Die ersten Untersuchungen finden wir bei Liebscher,[1]) Liebenberg[2]) und Edler.[3]) Ferner haben sich Ohlmer[4]) und Detzel[5]) mit der Bildung verschiedener Ährenformen beschäftigt. Die Ährenform wird bedingt

1. durch Ährendichte, das ist der Abstand zweier aufeinander folgender Ährchen (durch Millimeter ausgedrückt). Die Ährendichte wird bestimmt durch Länge der Spindel und Zahl der Ährchen. (Auch mittlerer Ährchenabstand genannt.)

2. durch Anordnung und Verteilung der Ährchen längs der Spindel,

3. durch die verschiedene Blütigkeit. Dieses Merkmal dient aber nur als besonderes Charakteristikum bei Gegenüberstellung von Tr. vulgare mit Tr. dicoccum oder monococcum.

Die Ährendichte gibt uns keinen genauen Aufschluß über die eigentliche Form der Ähre, ob z. B. Bingel-Kolben- oder Pyramidenform vorliegt, sondern nur über die Stellung der Ährchen zur Spindel, ob eng der Spindel anliegend oder abstehend wie bei den dichten kurzen Ähren. Es ist ja bekannt, daß die Ährchen zum Zwecke besseren Durchbrechens der Blattscheide beim Schossen das Bestreben haben, sich möglichst eng der Spindel anzuschließen. Es kommt dies besonders zum Ausdruck bei Spelta und anderen lockeren Formen in den an der Ansatzstelle der Ährchen sich befindenden Ausbiegungen der Spindel. Je kürzer die Ärchenabstände werden, also je dichter die Ährchen aufeinander folgen, in desto größerem Maße werden diese sich nach der Seite ausdehnen müssen. Auf diese Weise

---

[1]) Liebscher, Über Beziehungen, die zwischen Form und Qualität der Ähren von Squarhead-Weizen existieren. Landwirtschaftliche Presse 1890.

[2]) Liebenberg, Studien über den Weizen. Mitteilung zur Förderung des landw. Versuchswesens in Österreich 1893.

[3]) Edler, Ährenform des Squarehaed in ihrer Beziehung zur Ertragsfähigkeit verschiedener Zuchten. Illustr. landw. Presse 1903.

[4]) Ohlmer, Über Einfluß der Düngung und Bodenfeuchtigkeit bei gleichem Standraum auf Anlage der Ähre und Ausbildung der Kolbenform bei Göttinger begranntem Dickkopf.

[5]) Detzel, Über die Ährenformen des Weizens. Fühlings landw. Ztg. 1914.

entsteht aus der langen, schmalen, lockeren Form die kurze breite dichte. Man kann also, ganz allgemein gesprochen, damit rechnen, daß breite dichte Ähren einer Pflanze mit stärkerer Wachstumsenergie entspringen, als es bei den langen schmalen Ähren der Fall ist. Die Ährendichte bestimmt im wesentlichen die Breite der Ähre, während für die Ausprägung der äußeren Form noch die Anordnung der Ährchen im Verlaufe der Spindel in Frage kommt.

Die lange lockere Ähre zeichnet sich durch Ährchenabstände aus, die an der Basis kurz sind, dann bis zur Mitte rasch und nach der Spitze zu langsam zunehmen. Die meisten Ährchen befinden sich im unteren Teile der Ähre.

Bei der kurzen dichten Kolbenform finden wir genau die umgekehrten Verhältnisse, an der Basis die größten Ährchenabstände, die langsam nach der Mitte zu, dann schnell bis zur Spitze abnehmen. Die höchste Ährenzahl ist im oberen Teil der Ähre.

Zwischen diesen beiden Extremen befinden sich die verschiedensten Übergänge. DETZEL führt diese verschiedene Verteilung der Ähren längs der Spindel auf die Wachstumsverhältnisse der Spindel und die Wachstumsenergie des Halmes zurück. Er begründet dies mit folgenden Beobachtungen:

Der Entwicklungsgang der Ähre geht so vor sich, daß das unterste Ährchen zuerst angelegt ist. Die untersten Ährchen sind aber im allgemeinen nicht die am besten ausgebildeten, da die Zone des stärksten Wachstums nicht bei den zuerst angelegten, sondern nach der Mitte der Spindel zu liegt. Als Ursache dieses Zurückbleibens in der Entwicklung führt DETZEL die den Wachstumsdruck hemmende Wirkung der an der Spindelbasis fest ansitzenden embryonalen Blätter an, die in ihrem Grunde den Ährenembryo fest umklammern, während sie im oberen Teil bauchig auseinander gehen. Im mittleren Teil der Spindel ist die Entwicklung am weitesten voran. Dort sitzen auch die kräftigsten Ährchen. Die Ährchenabstände sind hier am weitesten auseinandergeschoben infolge des schnelleren Wachstums.

Neben diesem starken Auseinanderschieben der Ährchen im mittleren Teil der Spindel — Verhältnisse, wie wir sie in der typischen Form bei den lockeren Ähren haben — glaubt DETZEL eine

ähnliche Beeinflussung zur Bildung weiter Ährchenabstände durch die Basis der Spindel feststellen zu können, indem bei den lockeren Ähren, als auch besonders bei den Dickkopfformen der unterste Ährchenabstand stets größer war als die darauf folgenden. Detzel geht von der Annahme aus, daß „das Halmwachstum hier mitspielt, indem es auf die Spindel übergreift und das Auseinanderschieben der Ährchen von der Basis der Spindel aus veranlaßt. Auch die Ausbildung von Körnern in den untersten Ährchen bei den kräftigeren dichteren Ähren, was bei den lockeren nicht der Fall ist, berechtigt zu dieser Annahme". Eine solche durch hohe Wachstumsenergie des Halmes hervorgerufene Ährenform stellt die Kolben- und Keulenform des Squarehead dar. Es wird in diesem Fall die Zone stärksten Wachstums nach unten verschoben und nach der Spitze der Ähre stark abnehmen, erst langsam, dann schnell. Infolgedessen wird die Zahl der Ährchen im oberen Teil der Spindel am größten sein.

Für unsere Vererbungsversuche ist nun die Tatsache von großer Bedeutung, daß alle diese die Ährenform bestimmenden Faktoren durch die Außenbedingungen leicht modifizierbar sind. Wenn wir uns ferner vor Augen führen, daß der Grad der Modifizierbarkeit einer Eigenschaft, d. h. die Grenzen innerhalb derer eine Eigenschaft modifiziert werden kann, abhängt von ihrer räumlichen Ausdehnung, bezw. Größe, dann ergibt sich hieraus, daß die Veränderungen durch Modifikation bei den mittellangen, dichten bis mitteldichten am größten sein werden, da die „die Form bestimmenden Faktoren in ihrer mittleren Wirksamkeit sich hier treffen und deshalb gleich modifizierbar sind". Und in der Tat finden wir diese Annahme bestätigt, wenn wir nur einmal bei der Squarehead-Ährenform die große Neigung zum Variieren betrachten. Interessant sind die Beobachtungen Ohlmers über die Abhängigkeit der typischen Kolbenform des Squarehead vom Vorhandensein des Stickstoffs im Boden. Je mehr Stickstoff, desto kolbiger die Ähren, da ja die Wachstumsenergie höher ist. Bei Stickstoffmangel kann die Kolbenform verschwinden und die Ähren werden spitz. Diese Erscheinung zeigt sich bei vielen unserer Squarehead-Sorten, die auf ihnen nicht zusagenden Böden wachsen. Eine Entartung in der Art, daß die Kolben mehr oder weniger verloren gegangen waren, konnte ich auch bei dem im Demonstrationsgarten gebauten und als Elter in Kreuzung I be-

nutzten Heils roten glasigen Dickkopf beobachten. Ferner fand OHLMER Abnahme der Spindellänge bei steigender Bodenfeuchtigkeit, während die Ährchenzahl sich unter diesen Verhältnissen nicht verringert, sondern zunehmende Tendenz zeigt. Eine solche Veränderung muß wieder in der Verringerung des mittleren Ährchenabstandes und somit einer Verbreiterung der Ährenform zum Ausdruck kommen.

Aus dieser leichten Modifizierbarkeit der die Ährenform bestimmenden Faktoren ergibt sich die Schlußfolgerung, daß nur mit großer Vorsicht auf Grund des Phänotyps Rückschlüsse auf den Genotyp gezogen werden dürfen. Es wird durch diese Verquickung von Modifikation und erblicher Veranlagung die Anschaulichkeit und klare Erkenntnis der Spaltungserscheinungen außerordentlich erschwert.

Da, wie wir gesehen haben, die Anordnung und Stellung der Ährchen ganz verschieden ist, je nachdem wir es mit einer locker gebauten Ähre oder mit einer Dickkopfform zu tun haben, muß diese Verschiedenheit auch zum Ausdruck kommen, wenn man Spindellänge und Ährchenzahl oder mittleren Ährchenabstand mit Spindellänge und Ährchenzahl in Beziehung bringt und die gefundenen Korrelationskoeffizienten mit einander vergleicht.

Die Korrelation zwischen Spindellänge und Ährchenzahl ist bei dem lockeren schmalen Typ eine viel engere als bei dem breiten, kurzen und dichten Typ. Infolge des dichten Anliegens des Ährchens an die Spindel bei der locker gebauten Ähre muß die Zunahme eines Ährchens eine weit größere Verlängerung der Spindel zur Folge haben, als es z. B. beim Squarehead-Typ der Fall ist, wo alle Ährchen eine mehr oder weniger rechtwinklige Stellung zur Spindel einnehmen.

Bei Betrachtung der Korrelationstabellen, in denen der mittlere Ährchenabstand mit Spindellänge und Ährchenzahl in Beziehung gebracht ist, ergeben sich ähnliche Verhältnisse. Die Bedeutung der Ährchenzahl und Spindellänge für die Berechnung des mittleren Ährchenabstandes ist bei der langen lockeren Ähre eine ganz andere als bei der dichten. Bei der Langform wächst und fällt der mittlere Ährchenabstand mit zunehmender oder abnehmender Spindellänge. Die Zu- bezw. Abnahme der Ährchenzahl ist von geringerer Bedeutung, da Ährchen in relativ geringerer Zahl vorhanden sind und die lange Spindel stark variiert.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den Kolbenformen. Hier haben Spindellänge und Ährchenzahl gleichen Anteil am Zustandekommen des mittleren Ährchenabstandes. Mit zunehmendem Ährchenabstand nimmt die Länge der Spindel zu, dagegen die Zahl der Ährchen ab. Es geht also mit zunehmender Spindellänge die Kolbenform verloren, um allmählich in die Parallele oder quadratische, oben mehr oder weniger zugespitzte Ährenform überzugehen.

In Form der Korrelationskoeffizienten ist uns ein Maßstab für die durchschnittliche Beschaffenheit und Gestalt der Ährenform gegeben; eine genaue Festlegung der Form, ob Squarehead oder Pyramide z. B., läßt die Darstellung natürlich nicht zu. Sie erschien mir jedoch als ein praktisches Mittel zur guten Erkenntnis dieser nicht leicht zu veranschaulichenden Zusammenhänge und geeignet, im Vergleich mit den Korrelationskoeffizienten der betreffenden Elternrassen ein annähernd genaues Bild zu bekommen über die in den Filial-Generationen auftretenden Ährenformen.

Kreuzung I.

Heils roter glasiger Dickkopf ♀ × griechischer weißer Sammetweizen. ♂

Heils roter glasiger Dickkopf ♀: Ähre dicht und kurz (Spindellänge 7,8 cm, mittlerer Ährenabstand 3,42 mm). Ährenform gleichmäßig dick bis kolbenförmig. Besonders in der Ernte 1923 zeigte das Material eine geringe Ausprägung des Squarehead-Typus. Ich vermute Entartung und starke Modifikation. Ähre glatt und unbegrannt.

Griechischer weißer Sammetweizen ♂: Ähre lang und locker, (Spindellänge 11,41 cm, mittlerer Ährchenabstand 4,78 mm). Ährenform schmal, sich nach oben verjüngend. Ähre gleichmäßig behaart und begrannt.

Die Kreuzung wurde 1919 vorgenommen. Die F_1-Generation war intermediär. F_3 wurde nach 35, F_4 nach 11 Pflanzen gezogen. Spaltung trat auf in Bezug auf Ährentypus, Behaarung und Begrannung der Spelzen, ferner auf Kornfarbe. Untersucht wurde nur das Verhalten des Merkmals Ährentypus, ferner Behaarung und Begrannung nach Bastardierung.

A. Ährentypus.

Die F_1-Pflanzen zeigten intermediären Charakter, waren mittellang, mitteldicht, hatten eine parallele, oben spitze Ährenform und erinnerten deutlich an den Typus des ♂.

F_2 ergab ein buntes Gemisch verschiedener Ährenformen, das ich nach gründlicher Betrachtung in folgende Gruppen zergliederte:

Gruppe I.: Ähre kurz und dicht. Ährenform gleichmäßig dick bis schwach kolbenförmig.

Gruppe II: mittellang, mitteldicht. Ährenform vorwiegend parallel, nach der Spitze zu schmaler werdend. Die schwach kolbigen Ähren treten nur noch in geringer Anzahl auf. Die Ährenform nähert sich mit zunehmender Spindellänge derjenigen vom griechischen weißen Sammetweizen ♂.

Gruppe III: Ähre lang, locker. Ährenform wie griechischer weißer Sammetweizen ♂. Ähre sich nach oben verjüngend. Typische Ährenformen des mütterlichen Elters zeigen nur drei Individuen in Gruppe II. Eine scharfe Grenze zwischen den einzelnen Gruppen nach diesen hier angeführten rein äußerlichen Gesichtspunkten zu ziehen, war nicht möglich, da Zwischenformen verschiedenster Art vorhanden waren. Daher wähle ich als meßbare Grundlage für diese Einteilung den mittleren Ährchenabstand, zumal in diesem Begriff sowohl Spindellänge als auch Ährchenzahl, also zwei der wichtigsten die Gestalt der Ähre bestimmenden Faktoren, enthalten sind. Es wurden die Mittelwerte der Eltern als Grenzpunkte herangezogen und wie folgt getrennt:

I. mittlerer Ährchenabstand: kleiner als 3,42 mm;

II. mittlerer Ährchenabstand zwischen 3,42 und 4,78 mm;

III. mittlerer Ährenabstand: größer als 4,78 mm.

Ich muß hierzu noch bemerken, daß eine Einteilung nach Spindellänge in gleicher Weise unter Zugrundelegung der elterlichen Ausmaße vorgenommen, fast dieselben Individuenzahlen in den einzelnen Gruppen ergibt. Es kann daher ohne Bedenken gruppiert werden:

Gruppe I: kurz, dicht; Gruppe II: mittellang, mitteldicht; Gruppe III: lang, locker.

Auf diese Gruppen verteilt, war der Verlauf der Spaltung in den Filialgenerationen folgender:

Gruppe I: Unter den kurzen, dichten Formen trat die typische Squarehead-Form von Heils rot. glas. Dickk. nur in der Nachkommenschaft einer Pflanze auf. Die Verteilung der Ährchen längs der Spindel war im allgemeinen gleichmäßig. Dieser gleichmäßig dicke Ährentypus vererbt sich durchweg in F_3 und F_4, indem in der Nachzucht nur dichte und mitteldichte Formen auftreten. Eine Ausnahmestellung nahm eine Pflanze (XVI/2) ein, in deren Nachkommenschaft neben zwei dichten Formen 24 locker-mitteldichte herausmendeln. Da diese Aufspaltung sich ähnlich verhält wie die Mehrzahl derjenigen in den Nachkommenschaften der mitteldichten aus Gruppe II, hielt ich XVI/2 für einen Abweicher eines im Genotyp mitteldichten Typus und schrieb sie der Gruppe II zu.

Gruppe II. Bei Betrachtung der mittellangen, mitteldichten Formen fand ich zunächst drei Individuen, die eine lockere Nachkommenschaft ergaben, weshalb ich sie für genotypisch locker hielt und diesen zuschrieb. In ihrer Erbanlage homozygot schienen 6 Individuen zu sein, da sie alle eine mitteldichte Nachkommenschaft hatten. Alle andern in F_2 zum Nachbau ausgelesenen Mutterpflanzen waren heterozygot, indem sie eine in dichte, mitteldichte und lockere Ährenform aufspaltende F_3-Generation ergaben. Eine Verschiedenheit in den Spaltungserscheinungen dieser Generation im Vergleich zu der vorhergehenden schien mir jedoch insofern vorzuliegen, als eine mehr oder weniger starke Verschiebung des mitteldichten Ährentypus in der Richtung zum lockeren Ährenbau stattgefunden hatte. Phänotypisch waren die intermediären von den lockeren schwer zu trennen, wohingegen die Bestimmung der nicht mehr spaltenden dichten Formen geringere Schwierigkeiten bot. Da leider bei Aufarbeitung der F_3-Generation Messungen der Spindellängen und Berechnungen des mittleren Ährchenabstandes nicht vorgenommen waren, wurde unterschieden zwischen dichten und mitteldichten-lockeren Formen. Fassen wir die Spaltungsbestände der heterozygot mitteldichten näher ins Auge, so läßt sich unterscheiden zwischen solchen Beständen, bei denen die dichten Formen in relativ sehr geringer Anzahl vorkommen, ferner solchen, die davon ungefähr $^1/_3$ der Gesamtzahl enthielten.

Die beiden Gruppen ergeben folgende Spaltung:

Tabelle 1.

Nachkommenschaften	Spaltungsverhältnis	gefunden		berechnet	
		locker-mitteldicht	dicht	locker-mitteldicht	dicht
a	15:1	293	23	296	19,75
b	3:1	72	25	72,8	24,3

Ganz offenbar liegt in Tabelle 1 a Spaltung nach dem Verhältnis 15:1, in b 3:1 vor. Ich werde später bei der Besprechung der Genetik darauf zurückkommen.

Hervorzuheben ist noch die Tatsache, daß in dieser Gruppe II 4 F_2-Pflanzen Dickkopf-Ähren besaßen und daß jedoch keine von diesen Individuen ihren Kolbentypus vererbte. Diese Erscheinung spricht für die eingangs gemachten Ausführungen über die leichte Modifizierbarkeit der Kolbenformen durch äußere Faktoren.

Gruppe III. Die in F_3 verfolgten lockeren Typen der F_2-Generation vererben mit Ausnahme einer Pflanze (IV/2), die als Abweicher einer genotypisch mitteldichten Form zu werten ist, ihre Ährenform konstant. Es handelt sich hier um homozygot veranlagte Individuen. Die Gestalt der Ähre entspricht der langen schmalen Form des Sammetweizens.

Rückblickend auf die Ergebnisse kann trotz der Schwierigkeiten, die sich bei der Beobachtung der Vererbungsweise infolge plurifaktorieller Differenz ergeben — ein Fall, der hier unbedingt vorliegt — mit einiger Sicherheit gesagt werden, daß die Ährenform des griechischen weißen Sammetweizens überwiegt. Die Kolbigkeit ist fast gänzlich verloren gegangen und vereinzelt treten in F_2 bei drei Individuen und in F_3 ebenfalls bei drei Individuen an die mütterliche Stammform erinnernde Ähren auf. Die Rezessivität kommt am besten darin zum Ausdruck, daß die in F_3 und F_4 verfolgten dichten bis mitteldichten Typen ihren Ährenbau konstant vererben, ferner die heterozygoten intermediären aufspalten in lockere und dichte nach dem Verhältnis 15:1 und 3:1.

Zur weiteren Beweisführung der Dominanz oder Prävalenz des lockeren Ährentypus über den kurzen dichten führe ich die Korrelationskoeffizienten der gefundenen Beziehungen zwischen Spindellänge, Ährchenzahl und mittleren Ährchenabstand an

Tabelle 2.

Bezeichnung	Beziehung mittl. Spindellänge — Ährchenzahl	Beziehung mittl. Ährchenabstand— Spindellänge	Beziehung mittl. Ährchenabstand— Ährchenzahl
Heils rot. glas. Dickkopfw.	r = + 0,1364	r = + 0,657	r = — 0,707
Griech. weiß. Sammetw.	r = + 0,675	r = + 0,558	r = — 0,147
Arithm. Mittel	M = + 0,4057	M = + 0,6075	M = — 0,427
F_2: Nachkommensch. von			
Pflanze 1	r = + 0,439	r = + 0,429	r = — 0,230
Pflanze 2	r = + 0,512	r = + 0,746	r = — 0,32
Pflanze 3	r = + 0,536	r = + 0,66	r = — 0,293
Arithm. Mittel	M = + 0,496	M = + 0,6117	M = — 0,284

Ein Vergleich der Mittelwerte aus F_2 mit denen der Eltern zeigt ein deutliches Hinneigen zu den Korrelationskoeffizienten des Sammetweizens.

Diese hier gefundene Dominanz oder Prävalenz des schmalen lockeren Ährentypus stimmt mit den Erfahrungen Rimpaus[1]), Miczinskys[1])und Kajanus[1]) überein. Die Beobachtung Miczinskys vom Auftreten kolbiger Ähren in F_1, wenn Squarehead als Mutter benutzt ist, fand ich nicht bestätigt.

Ich gehe nun zur Besprechung der spezielleren Verhältnisse der Variabilität über. Für Spindellänge, Ährchenzahl und mittleren Ährchenabstand fand ich bei den Eltern und den F_2-Beständen Variabilitätsmasse, die in Tabelle 4 übersichtlich zusammen gestellt sind. Es bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung, daß die für die Eltern aufgeführten Werte einem Material des Erntejahres der F_2-Generation entstammen.

Die arithmetischen Mittel für Spindellänge und mittleren Ährchenabstand der F_2-Bestände stimmen nicht ganz mit dem arithm. Mittel aus den elterlichen Ausmaßen überein. In beiden Fällen zeigt sich ein gewisser Ausschlag in der Richtung zum Sammetweizen. Auffallend ist ferner die niedrige absolute Ärchenzahl in F_2. Auf die mittlere Spindellänge bezogen, entfallen auf

[1]) Fruwirth, Handbuch der landw. Pflanzenzüchtung Bd. IV.

Tabelle 3.

	Spindellänge			Ährchenzahl			mittl. Ährchenst
	Mittelwert (M) in cm und mittl. Fehler	Grenzwerte in cm	Variationskoeffizient v	M und mittl. Fehler	Grenzwert	v	M und mittl. Fehler	Grenzwerte
Heils rot. glas. Dickkopf .	7,828 ± 0,094	6,5—9	6,8	22,97 ± 0,241	20—26	5,85	3,42 ± 0,046	2,7—4,1
Griech. weiß. Sammetweizen .	11,41 ± 0,119	9,5—15,5	10,25	23,95 ± 0,199	19—28	8,16	4,78 ± 0,054	4,3—6,1
Arithmetisch. Mittel . .	9,619			23,46			4,10	
Nachkommenschaft der								
Pflanze 1 .	10,02 ± 0,157	6—13,5	14,8	22,619 ± 0,228	15—27	9,7	4,58 ± 0,065	3,0—5,9
Pflanze 2 .	9,473 ± 0,143	6—11,5	11,3	22,625 ± 0,188	19—26	6,24	4,18 ± 0,061	2,6—5,0
Pflanze 3 .	9,53 ± 0,176	7,5—13,5	11,25	22,293 ± 0,291	17—26	7,95	4,28 ± 0,074	3,6—5,5
Arithmetisch. Mittel . .	9,674			22,512			4,347	

eine Spindellänge von 1 cm in F_2 im Durchschnitt 2,33 Ährchen. Die in gleicher Weise für die Eltern berechnete relative Ährchenzahl beträgt 2,44. Es zeigt sich auch hier dieselbe Tendenz zum lockeren Typ.

Zur Vervollständigung der Darstellung führe ich noch die Variationsreihen der einzelnen Bestände für die Spindellänge und Ährchenzahl an.

Tabelle 4.

Spindellänge.

Nachkommenschaft von	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	Summe	Mittel
Pflanze 1	1	—	2	3	10	9	10	16	8	8	5	10	4	4	2	—	92	10,02
„ 2	1	—	—	2	7	7	17	3	9	4	5	1					56	9,47
„ 3				1	4	6	8	8	4	4	—	—	—	1	1		37	9,53
Summe	2	—	2	6	21	22	35	27	21	16	10	11	4	5	3		185	9,67

Tabelle 5.
Ährchenzahl.

Nachkommenschaft von	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Summe	Mittel
Pflanze 1		1	1	2	3	3	5	18	16	16	18	5	4	92	22,62
„ 2						6	3	11	12	16	4	4		56	22,62
„ 3				1	—	5	3	5	12	5	4	2		37	22,29
Summe:		1	1	3	3	14	11	34	40	37	26	11	4	185	22,51

Die Variationsreihen sowohl für Spindellänge als auch Ährchenzahl stellen bei graphischer Darstellung Kurven dar, die der Queteletschen Zufallskurve nach Art binomialer Anordnung gleichen. Es liegt also im Hinblick auf die genotypische Veranlagung die Wirkungsweise kumulativ oder summativ wirksamer Faktoren vor. Ich werde zunächst versuchen, auf Grund der Spaltungserscheinungen in den verschiedenen Filialgenerationen einen Rückschluß auf die genetischen Verhältnisse für die Spindellänge zu ziehen. Es ist zunächst die Tatsache hervorzuheben, daß eine wesentliche Überschreitung des elterlichen Ausmaßes hinsichtlich der Spindellänge in den Aufspaltungsgenerationen nicht stattgefunden hat. Diese Erscheinung berechtigt zu der Annahme, daß die Verteilung der die Spindellänge bestimmenden Faktoren bei den Eltern derart ist, daß bei dem einen Elter alle kumulativen Faktoren vereint sind, bei dem andern dagegen fehlen. Es stimmt diese Annahme überein mit den Beobachtungen Nilsson-Ehles, dem wir die Kenntnis der polymeren Aufspaltung verdanken, welche bewirkt, daß bei Kreuzung sehr verschiedener Formen, wie wir sie hier bei Squarehead und lockeren Weizen zweifellos vor uns haben, die Spaltung vorwiegend mediär werden muß. Die Variationsreihe, die wir für die Spindellänge erhalten haben (vgl. Tabelle 4), stellt also eine abgestufte Aufspaltung von dem einen Extrem, wo alle kumulativen Faktoren gleichzeitig vorhanden sind (Spindel sehr lang), bis zum Fehlen aller Faktoren (Spindel kurz) dar.

Die lange Spindel des Sammetweizens wird durch die Verlängerungsfaktoren L_1 und L_2, die gleichsinnig im abgestuften Ausmaß wirken, hervorgerufen, dann ist die kurze Spindel des Dickkopf durch das Fehlen dieser Faktoren bedingt. Die Erbformeln würden dann lauten:

$LL^1)l_1l_1l_2l_2 \times LLL_1L_1L_2L_2$
Heils rot gl. Dick ♀. × griech. weiß. Sammetweizen ♂
F_1 : $LL\,L_1\,l_1\,L_2\,l_2$

F_2:

kurz	mittellang in verschiedenster Ausprägung	locker
$1LLl_1l_1l_2l_2$	$2LLl_1l_1L_2l_2$	$1LLL_1L_1L_2L_2$
	$1LLl_1l_1L_2L_2$	
	$2LLL_1l_1l_2l_2$	
	$4LLL_1l_1L_2l_2$	
	$2LLL_1l_1L_2L_2$	
	$1LLL_1L_1l_2l_2$	
	$2LLL_1L_1L_2l_2$.	

Es ergibt sich also eine lange Reihe von lang über mittellang bis kurz. In der Theorie müßten in F_2 entstehen: 1 Individuum wie ♀ : 14 mediär : 1 wie ♂. Natürlich wird man in der Praxis ein solch klares Spaltungsschema nicht finden, da modifizierende Einflüsse verschiedenster Art die Grenzen verwischen und den Phänotyp im weitgehensten Maße verändern können. Aus diesem Grunde ist zur Sicherstellung des Genotyps der Anbau der F_3- und F_4-Generation unbedingt erforderlich. Im folgenden habe ich den Versuch gemacht, die gefundenen Zahlen mit der theoretischen Annahme in Einklang zu bringen, ohne die schweren Bedenken, die sich aus oben geschilderten Gründen gegen eine solche Schematisierung anführen lassen, gänzlich zu übersehen. Es wurde wie folgt gruppiert:

Tabelle 6.

Nachkommenschaft	Spindel < 7,8 cm (= ♀)	Spindel 7,8—11,4 cm	Spindel > 11,4 cm (= ♂	Summe
Pflanze 1	7	72	13	92
Pflanze 2	3	51	2	56
Pflanze 3	2	30	5	37
Gefundene Zahlen	12	153	20	185
Auf Kombinationszahl K = 16 bezogen	1,039	13,25	1,74	
Der mittlere Fehler m	± 0,285	± 0,388	0,285	
Abreichung (D : m)	+ 0,133	— 1,93	+ 2,6	

[1]) Ich gehe von der Anschauung aus, daß der lange Ährentyp nur 2 Verlängerungsfaktoren mehr enthält, nicht etwa daß der kurze Typ nun gar keine Faktoren für die Ausbildung der Spindellänge enthalte.

Wenn auch, wie aus der Tabelle hervorgeht, die gefundenen Zahlen nicht alle innerhalb der zulässigen Fehlergrenze liegen, so halte ich doch eine Übereinstimmung des gefundenen Zahlenverhältnisses mit der theoretischen Annahme für gewiß.

In diesem Zusammenhange komme ich auf die früher erwähnten in Tabelle 1 aufgeführten Spaltungsbestände der Gruppe II zurück. Die Bestände der Nachkommenschaften a stammen meines Erachtens von Individuen mit dem Genotyp LL L_1 l_1 L_2 l_2 und werden sich aus 15 lockermitteldichten (L L L_1 L_1 L_2 L_2 → LL L_1 l_1 l_2 l_2) : 1 dicht (LL l_1 l_1 l_2 l_2) zusammensetzen. Das Verhältnis 3 locker-mitteldicht : 1 dicht rührt von LL l_1 l_1 L_2 l_2 oder LL L_1 l_1 l_2 l_2 — Typen her. (1 LL l_1 l_1 L_1 L_1 : 2 LL l_1 l_1 L_2 l_2 : 1 LL l_1 l_1 l_2 l_2.) Eine konstante mittellange Nachkommenschaft werden die Homozygoten LL l_1 l_1 L_2 L_2 und LL L_1 L_1 l_2 l_2 liefern, wie das tatsächlich bei einer Mehrzahl von Individuen beobachtet wurde.

Die genetischen Verhältnisse der Ährchenzahl zu untersuchen bietet besondere Schwierigkeiten. Diese beruhen meines Erachtens besonders darauf, daß die Ährchenzahl neben der großen Modifizierbarkeit durch äußere Einflüsse auch von der Länge der Spindel abhängig ist. Um ein Bild davon zu erhalten, ob eine Ähre viel oder wenig Ährchen besitzt, nützt uns die absolute Ährchenzahl nichts. So hat z. B. der lange lockere Sammetweizen eine höhere absolute Ährchenzahl als der Dickkopf ♀, obwohl im Verhältnis zu der Spindellänge letzterer bedeutend mehr Ährchen enthält. Wenn wir nun bei Betrachtung der Variationsreihe (Tabelle 5) transgressive Spaltung finden, so sagt uns diese Erscheinung weiter nichts, als daß neue Formen entstanden sind, deren Spindellänge die Grenzen der Eltern nicht überschreiten, die aber infolge einer geringeren Ährchenzahl locker gebaut sein müssen. Diese Tatsache bedeutet ein Aufhören oder eine Schwächung der bisherigen Beziehungen zwischen Spindellänge und Ährchenzahl, indem sich nun Ährchen finden mit der kurzen Spindellänge der ♀ und der niederen Ährchenzahl des ♂.

Im übrigen wird, mendelistisch betrachtet, die relative Ährchenzahl eine durch mehrere Faktoren bedingte Variationskurve ergeben, die der für die Spindellänge analog sein wird, da ja die Ährchenzahl mehr oder weniger den Veränderungen der Spindel folgt (vgl. Korrelationskoeffizienten Tabelle 2). Der Mittel-

wert einer solchen Kurve nahm, wie wir früher schon gesehen haben, eine gewisse Mittelstellung zwischen den betreffenden relativen Zahlen der Eltern mit einem deutlichen Ausschlag zur geringeren Ährchenzahl hin ein, so daß man auch hier ähnlich wie bei der Spindellänge einen höheren Einfluß des Sammetweizens anzunehmen berechtigt ist.

B. Begrannung.

Die F_1-Bastarde waren grannenspitzig, worunter ich eine Mittelform zwischen begrannnt und unbegrannt verstehe. Die grannenspitzigen Ährchen unterscheiden sich von solchen unbegrannten, die an den obersten Ährchen kurze Ansätze von Grannen tragen — wie das z. B. bei Heils rotem glas. Dickkopf ♀ und den meisten unserer unbegrannten Sqare head-Rassen der Fall ist — sowohl durch ihre kräftige Ausbildung der Grannenspitzen, als auch dadurch, daß diese bei Ährchen etwa in der Mitte der Spindel noch anzutreffen waren. Die Grenze zwischen halbbegrannt und unbegrannt war fließend, so daß, um Fehler zu vermeiden, in F_2 und F_3 nur in unbegrannt und begrannt getrennt, und zur ersten Gruppe auch der grannenspitzige Typ gerechnet wurde.

Die F_2-Generation ergab folgendes Bild:

Tabelle 7.

	Unbegrannt	Begrannt	Summe	D : m
Gefundenes Verhältnis . .	144	41	185	+ 0,865
Auf K = 4 bezogen . . .	3,11 : 0,88			
mittlerer Fehler	± 0,127			

Es liegt ganz offenbar das Verhältnis 3 : 1 vor. Ich schließe mich der jetzt immer mehr allgemein gewordenen Ansicht an, daß ein Hemmungsfaktor H das die Begrannung bewirkende Gen B, welches sowohl bei den begrannten als auch unbegrannten Formen vorhanden ist, in der Ausbildung der Grannen hemmt. Die intermediären grannenspitzigen Formen sind dann so zu erklären, daß bei den Heterozygoten infolge einschichtigen Vorhandenseins des Faktors H die hemmende Wirkung geschwächt ist.

Der Verlauf der Spaltung in der F_2- und F_3-Generation ist in folgender Übersicht zusammenfassend dargestellt:

Tabelle 8.

Generation	Nachkommenschaften von Pflanzen	Anzahl	unbegrannt	begrannt	Summe	D : m
F_2	—		144	41	185	+0,865
F_3	1	7	176	54	230	+0,526
	2	3	81	28	109	−0,180
	3	4	79	31	110	−0,964
Summe F_3		14	336	113	449	

Wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, finden wir auch in den Spaltungsbeständen der F_3-Generation gute Übereinstimmung mit dem Verhältnis 3 : 1. Wie zu erwarten war, gaben die in F_2 begrannten Pflanzen in F_3 eine begrannte Nachkommenschaft. Von den 19 unbegrannten in F_2 ausgelesenen Individuen erwiesen sich 14 als Hh, fünf als HH. Bei Berücksichtigung der geringen Individuenzahl ist diese Übereinstimmung mit dem idealen Verhältnis 2 : 1 zufriedenstellend.

Bevor ich die Ausführungen über die Vererbungsweise des Merkmals Begrannung schließe, möchte ich noch auf eine Erscheinung hinweisen, die Kajanus[1]) erwähnt und die ich auch bei einem großen Teil der hier aufgeführten Spaltungsbestände bestätigt fand, nämlich auf eine deutliche Verschiebung der Spaltungsverhältnisse zugunsten der unbegrannten Formen. Kajanus schreibt dem Faktor H eine Nebenwirkung derart zu, daß die Widerstandsfähigkeit oder Lebensenergie gefördert wird, während bei Fehlen des Hemmungsgens die Resistenz herabgesetzt und so der unbegrannte Typ in größerem Maße als der unbegrannte durch äußere Einflüsse dezimiert wird. Ich habe für alle Spaltungen die Abweichungen festgestellt und fand in F_2 in allen drei Beständen, in F_3 dagegen bei sieben eine positive Abweichung. Ob aber diese Tatsache genügen wird, auch in vorliegender Kreuzung eine physiologische Nebenwirkung im Sinne der Beobachtungen von Kajanus anzunehmen, scheint mir sehr fraglich, da in F_3 bei sechs Beständen eine umgekehrte Tendenz beobachtet werden konnte und ferner das Material für solche Untersuchungen nicht genügt.

C. Behaarung.

Bei der Beurteilung der Behaarung wurden die einzelnen Intensitätsgrade unberücksichtigt gelassen und nur zwischen Behaart

[1]) B. Kajanus, Genetische Untersuchungen an Weizen.

und Glatt unterschieden. F_1 war behaart. F_2 zeigte folgende Spaltung:

Tabelle 9.

	Behaart	Glatt	Summe	D : m
Gefunden	141	44	185	+ 0,394
Auf K = 4 bezogen . .	3,05	0,95		

$m_K = \pm 0{,}127$.

Der Anbau der F_3-Generation geschah mit 19 behaarten und 16 glatten Pflanzen. Letztere ergaben sämtlich unbehaarte Nachkommen. Von den behaarten Individuen erwiesen sich 7 als heterozygot, indem sie aufspalteten in 167 beh. : 56 glatt. Dieses Verhältnis entspricht wie in der F_2-Generation ziemlich genau dem Schema der monohybriden Spaltung.

D. Beziehung zwischen Behaarung und Begrannung.

Um etwa vorhandene genetische Beziehungen zwischen Behaarung und Begrannung zu ermitteln, machte ich folgende Zusammenstellung:

Tabelle 10.

Nachkommenschaft	Unbegrannt		Begrannt		Summe
	Behaart	Glatt	Behaart	Glatt	
von Pflanze 1	52	19	18	3	92
„ „ 2	36	8	7	5	56
„ „ 3	23	6	5	3	37
Summe	111	33	30	11	185
Auf K = 16 bezogen .	9,6	: 2,86	: 2,6	: 0,95	
Die betr. mittl. Fehler .	± 0,59	± 0,458	± 0,458	± 0,284	
D : m-Werte	+ 1,02	— 0,306	— 0,874	— 0,176	

Wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, scheint unabhängige Vererbung der Merkmale Unbegrannt und Behaart vorzuliegen trotz der großen Abweichungen bei den Gruppen Unbegrannt-Behaart und Begrannt-Behaart.

E. Beziehung Begrannung-Ährentypus.

Im folgenden soll untersucht werden, ob das Merkmal Begrannung in irgend einer Beziehung zur Spindellänge und Ährchenzahl steht. Die Untersuchung bietet insofern Schwierigkeiten,

als beide genannten Eigenschaften des Ährentypus, wie wir bereits gesehen, von mehreren Faktoren bedingt sind. Ein klares Spaltungsschema ist daher nicht zu erwarten. Ich werde mich darauf beschränken, die Variationsreihen der unbegrannten und begrannten aufzuführen und einander gegenüberzustellen. Sie zeigen einen normalen Verlauf in der Verteilung der verschiedenen Werte für Spindellänge und Ärchenzahl. Die Kulminationspunkte liegen bei den unbegrannten als auch bei den begrannten Pflanzen innerhalb derselben Klassenintervalle. Hieraus ziehe ich den Schluß, daß freie Vererbung von Begrannung, Spindellänge und Ärchenzahl vorliegt.

Die Verteilung der Varianten auf die verschiedenen Klassen war folgende:

Tabelle 11.
Spindellänge in cm.

	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	Se.
egrannt	1	—	1	5	16	16	27	21	17	13	9	8	4	5	1		144
annt	1	—	1	1	5	6	8	6	4	3	1	3	—	—	2		41
Summe	2	—	2	6	21	22	35	27	21	16	10	11	4	5	3		185

Tabelle 12.
Ährchenzahl.

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Se.
egrannt		1	1	2	3	10	8	24	30	29	22	10	4	144
annt				1	—	4	3	10	10	8	4	1	—	41
Summe		1	1	3	3	14	11	34	40	37	26	11	4	185

F. Beziehung, Behaarung-Ährentypus.

In derselben Weise, wie im letzten Abschnitt beschrieben, wurde das Material der F_2-Generation auf eine etwa vorhandene Korrelation zwischen Behaarung und Ährentypus untersucht. Wie aus den Tabellen 13 und 14 hervorgeht, wurde die Aufspaltung der Spindellänge und Ährchenzahl durch Behaart und Glatt in keiner Weise beeinflußt. Es liegt also offenbar unabhängige Vererbung vor.

Es wurden folgende Variationsreihen gefunden:

Tabelle 13.
Schädlinge in cm.

	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	Sa.
art	2	—	2	6	17	17	26	18	14	10	9	9	4	4	3		141
	—	—	—	—	4	5	9	9	7	6	1	2	—	1	—		44
me	2	—	2	6	21	22	35	27	21	16	10	11	4	5	3		185

Tabelle 14.

	Ährchenzahl.														
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Se
Behaart	1	—	3	2	12	10	26	27	25	21	10	4		14
Glatt . .	—	1	—	1	2	1	8	14	12	5	1	—		4
Summe	1	1	3	3	14	11	34	40	37	26	11	4		18

Ähnliche Beobachtungen über das Fehlen von Beziehungen zwischen Behaarung und Ährentypus wurden neuerdings von J. DUCKARDT[1]) gemacht. Es handelte sich bei DUCKARDT um eine Kreuzung, die in ganz ähnlicher Weise wie die vorliegende zwischen einem Squarehead und einer lang lockeren Form vorgenommen war. Fürst Hatzfeld ♀ × Székacs (ungarischer Landweizen) ♂.

Kreuzung II.

Hunters Winterkolbenweizen ♀ × australischer Bingel ♂.

Hunters Winterkolbenweizen ♀: Brauner Landweizen. Ähre mittellang (Spindellänge 9,3 cm) mitteldicht (mittlerer Ährchenbestand 4,38 mm), Ährenform parallel oder nach der Spitze zu schmäler werdend. Unbehaarte braune (nach Ostwald 13 ic—13 lc) Spelzen.

Australischer Bingel ♂. Ähre sehr kurz und gedrungen (Spindellänge 4,5 cm, mittlerer Ährchenbestand 2,16 mm) eine für Triticum compactum charakteristische Ährenform. Spelzen weiß, behaart.

Die Kreuzung wurde im Jahre 1920 ausgeführt. Die F_1-Generation zeigte die Dominanz der Bingelform mit dichter gelbbrauner behaarter Ähre.

Von 3 Individuen wurde eine spaltende F_2-Generation von 161 Pflanzen gezogen. Für F_3 wurden 11 Pflanzen ausgelesen, die eine Nachkommenschaft von insgesamt 244 Individuen ergaben.

Die Untersuchung der Vererbungsweise erstreckt sich auf Ährentypus, Spelzenfarbe und Behaarung. Bei der Auslese der Mutterpflanzen für die F_2-Generation wurden nur weiße unbehaarte Pflanzen, also solche mit den im allgemeinen rezessiven Merkmalen, berücksichtigt, da die Aufspaltung der Ährenform im Vordergrund der Untersuchung stand.

---

[1]) DUCKARDT, Dissert. Faktorenanalyse einer Weizenkreuzung. Berlin 1922.

A. Ährentypus.

F_1 ist hinsichtlich der Spindellänge (= 6,56 cm) und des mittleren Ährchenabstandes (= 3,5 mm) intermediär. Die Ähre stellt eine lockere Compactumform dar, bei der die Anordnung der Ährchen längs der Spindel dieselbe war wie beim ♂, nur die einzelnen Ährchen mehr auseinandergezogen erschienen. Die Aufspaltung in F_2 ergab:

12 l Compactum : 40 vulgare.

Es entspricht dieses Zahlenverhältnis ziemlich genau dem Spaltungsschema des Pisum-Typs bei monohybrider Bastardierung. Der Compactum-Typ dominiert also über vulgare. Da in dem von mir übernommenen Material Aufzeichnungen und nähere Angaben über die sicherlich verschiedene Ausprägung der Ährenform sowohl in der Compactum- als auch in der vulgare-Gruppe leider fehlten, muß ich mich auf diese kurze Angabe beschränken. Es wurden zum Anbau der F_3-Generation 9 Pflanzen mit Compactum-Habitus und 2 mit vulgare-Habitus ausgelegt.

Die in F_3 resultierenden Compactum-Formen konnte ich trennen in eigentliche Bingelformen und längliche lockere Bingel. Letztere hatten einen durchschnittlichen mittleren Ährchenabstand von 2,86 mm und eine Spindellänge von 5,64 cm. Sie stellten in verschiedener Ausprägung kolben- bezw. keulenförmige Ähren dar, die oft lebhaft an den Squarehead-Typus erinnerten.

Die Compactum-Ähren waren von vulgare dem Phänotyp nach scharf unterschieden, so daß die Gruppierung keine Schwierigkeiten bot. Schwieriger war die Unterscheidung innerhalb der Compactumgruppe zwischen den dichten und lockeren Bingel, da die Grenze zwischen diesen fließend war und neben den eigentlichen Compactum-Ähren des ♂ und den kolbenförmigen durch Bastardierung entstandenen die verschiedensten Zwischenformen beobachtet werden konnten.

Bei Untersuchung der Eltern fand ich folgende Werte für Spindellänge und mittleren Ährchenabstand:

Tabelle 15.

	Spindellänge			mittl. Ährchenabstand		
	Mittelwert und mittl. Fehler	Grenzwerte cm	v	Mittelwert u. mittl. Fehler	Grenzwerte cm	v
Hunters W.-Kolbenweiz.	9,304 ± 0,107	7,5—12	8,6	4,385 ± 0,045	3,5—5,5	7,8
Austral. Bingel ♂ . .	4,5 ± 0,087	3—5,5	11,3	2,165 ± 0,028	1,8—2,5	7,5

Die Aufspaltung in der F_3-Generation wird durch folgende Übersicht wiedergegeben:

Tabelle 16.

Anzahl Nachkommenschaften	Compactum						vulgare			Vermutlic Genoty der Mutte pflanze
	Dichter Bingel wie ♂			Lockerer Bingel						
	Anzahl der Individuen	mittlere Spindellänge	mittlerer Ährchenabstd.	Anzahl der Individuen	mittlere Spindellänge	mittlerer Ährchenabstd.	Anzahl der Individuen	mittlere Spindellänge	mittlerer Ährchenabstd.	
Compactum:										
4	82	2,05	4,17	—	—	—	—	—	—	CC LL l_1 l_1
3	50	2,21	4,22	20	2,91	5,62	—	—	—	CC LL L_1 l
2	26	2,04	4,18	9	2,78	5,67	12	4.39	9,14	Cc LL L_1 l_1
Vulgare:										
2	—	—	—	—	—	—	37	4,72	9,27	cc LL L_1 l_1

Die Tabelle zeigt, daß die erste Gruppe eine konstante Nachkommenschaft mit typischem Compactum-Habitus ergibt, während die zweite neben dichten Bingel noch lockere Compactum-Ähren zeigt. Das Spaltungsverhältnis in diesen Beständen ist 50 dicht: 20 locker und läßt Aufspaltung nach 3 : 1 vermuten. Aus der 3. Gruppe mendeln in F_3 neben den beiden Typen der Compactum-Gruppe noch typische vulgare-Formen heraus. Die in F_2 aufgetretenen vulgare-Pflanzen der 4. Gruppe bleiben auch in F_3 konstant, indem sie eine Nachkommenschaft mit nur vulgare-Charakter ergeben.

Wenn es vielleicht als gewagt erscheinen mag, an Hand dieses geringen Materials und der mangelhaften Aufarbeitung der F_2-Generation, Rückschlüsse auf den inneren Erbwert und seine Vererbungsweise zu ziehen, so möchte ich mir doch erlauben, kurz anzuführen, in welcher Weise ich mir die in F_3 gefundenen Ergebnisse erklärt habe.

In Übereinstimmung mit den Beobachtungen von Nilson-Ehle-Kajanus und anderen Forschern nehme ich folgende Faktoren an: Der Compactum-Habitus wird durch einen Faktor C, der vulgare-Habitus durch das Fehlen dieses Faktors C bewirkt. Um die Zwischenformen zu erklären, ist noch mit dem Vorhandensein

eines oder mehrerer Verlängerungsfaktoren zu rechnen. Der Faktor C wirkt als Hemmungsfaktor und verhindert beim Bingel die Wirksamkeit der Längengene. In vorliegender Kreuzung scheint folgende Verteilung der Faktoren auf die Eltern vorzuliegen:

$$cc\,LL\,L_1\,L_1 \times CC\,LL\,l_1\,l_1$$

Hunters W.-Kolbenweizen ♀ Austral. Bingel ♂

$$F_1: Cc\,LL\,L_1\,l_1.$$

In der Theorie würden sich auf Grund dieser Vorstellung folgende Genotypen in F_2 ergeben:

Compactum	vulgare
1 CCLLl_1 l_1 : 2 CCLLL_1 l_1 : 1 CCLLL_1 L_1 : 2 CcLLl_1 l_1 : 4 CcLLL_1 l_1 : 2 CcLLL_1 L_1	: 1 ccLLl_1 l_1 : 2 ccLLL_1 l_1 : 1 ccLLL_1 L_1
→	dicht bis mitteldicht (wie ♀)
Bingelform allmählich immer lockerer werdend.	

Es ist schade, daß die Anzahl der lockeren Compactum-Formen in F_2 nicht sicher festgestellt ist. Man wäre im andern Falle in der Lage gewesen, auf die Valenz und Wirkungsweise des Compactum-Gens in den verschiedenen Kombinationen mit den Längengenen Rückschlüsse zu ziehen. Es ist von Wichtigkeit zu wissen, welcher Genotyp den kolbenförmigen und an Squarehead erinnernden Individuen zugrunde liegt oder bei welcher Gametenkombination — ganz abgesehen von äußeren modifizierenden Einflüssen — die Möglichkeit zur Bildung lockerer Compactum-Formen gegeben ist. Die F_3-Generation gibt uns in diesem Fall nur sehr notdürftig darüber Aufschluß, zumal die Anzahl der in F_2 ausgelesenen Mutterpflanzen sehr gering ist.

Die Pflanzen der 1. Gruppe sind offenbar homozygot. Die Werte für mittleren Ährchenabstand und Spindellänge stimmen gut überein mit denen des Compactum-Elters.

Die Pflanzen der 2. Gruppe scheinen $CCL_1\,l_1$-Genotypen zu sein. (Ich werde der Einfachheit halber das Längengen L in dem beide Eltern übereinstimmen, fortlassen.) Sie ergeben in F_3 eine Nachkommenschaft von 50 dicht ($= 1\,CCl_1\,l_1 : 2\,CCL_1\,l_1$) und 20 locker ($= CCL_1\,L_1$). Die gefundenen Zahlen liegen, auf das ideale Verhältnis 3 : 1 bezogen, innerhalb der zulässigen Fehlergrenze.

Die Pflanzen der 3. Gruppe sind heterozygot hinsichtlich des Faktors C.

Aller Wahrscheinlichkeit nach kommt ihnen der Erbwert CcL_1l_1 zu. Die genotypische Zusammensetzung ist also dieselbe wie in F_1 und es müßte sich in diesen Beständen dieselbe Aufspaltung zeigen wie nach dem Bastard. In der Tat resultiert 26 : 9 : 12, welches mit einem Spaltungsschema der Kombinationszahl 16 wie z. B. 9 : 3 : 4 auffallend übereinstimmt. Hiernach würden die beiden unterschiedenen Ährentypen der Compactum-Gruppe sich aus folgenden Genotypen zusammensetzen:

Compactum		vulgäre
dicht	locker	
$1\ CCl_1l_1$	$2\ CcL_1L_1$	$1\ ccl_1l_1$
$2\ CCL_1l_1$	$1\ CCL_1L_1$	$2\ ccL_1l_1$
$4\ CcL_1l_1$	—	$1\ ccL_1L_1$
$2\ Ccl_1l_1$	—	—
9 :	3 :	4

Es geht ferner hieraus hervor, daß bei einmaligem Vorhandensein des Compactum-Gens die hemmende Wirkung schwächer ist als bei den CC-Formen. Die Neukombination CCL_1L_1 scheint eine gewisse Verlängerung durch den neu hinzugekommenen Faktor L_1 erfahren zu haben.

Den Mutterpflanzen der 4. Gruppe fehlt das C-Gen, es können daher keine Compactum-Formen herausmendeln. Sie sind offenbar in bezug auf den Faktor L_1 heterozygot, denn die Grenzen für die Spindellänge und den mittleren Ährchenabstand liegen sehr weit auseinander; für Spindellänge 6,0—13,8 cm, für mittleren Ährchenabstand 3,1—6,0 mm. Diese große Variabilität in dem Bestand kommt am deutlichsten in dem auffallend großen Variabilitätskoeffizienten zum Ausdruck, die ich deswegen anführe: v für Spindellänge = 20,3, v für Ährchenabstand = 19,4. Die Nachkommenschaft wird sich offenbar zusammensetzen aus $1\ ccl_1l_1 : 2\ ccL_1l_1 : 1\ ccL_1L_1$.

B. Behaarung.

F_1 war behaart. In F_2 zeigte sich folgendes Verhältnis: 120 behaart: 41 glatt. Diese Aufspaltung entspricht ziemlich genau der Vererbungsweise des Pisumtyps, so daß ein Gen für Behaarung angenommen werden kann.

In F_3 wurden keine behaarten Individuen mehr gefunden, da F_3 nur nach glatten gezogen war.

C. Spelzenfarbe.

F_1 war braun; Farbton nach Ostwald: 13 ia—13 ic. Zur Bestimmung der Spelzenfarbe nach Ostwalds Farblehre möchte ich bemerken, daß die angeführten Farbtöne nur Anhaltspunkte für die verschiedenen Abstufungen der Spelzenfarbe sein können. Die gefundenen Spelzenfarben in ihrer Mannigfaltigkeit mit den Farben Ostwalds in Übereinstimmung zu bringen, war oft nicht möglich.

In F_2 ergab sich eine kontinuierliche Reihe der verschiedensten Abstufungen in der Ausprägung der Spelzenfarbe von der typischen Spelzenfarbe des Vaters (08 ga) bis zur intensiven Braunfärbung (13 ic). Von den 141 geernteten Pflanzen der F_2-Generation wurden 141 als braun, 20 als weiß-hellgelb bezeichnet. Daß diese Einteilung nicht den Anspruch auf Genauigkeit machen kann, beweist die Tatsache, daß von 11 ausgelegten dem Phänotyp nach weißen Pflanzen 5 davon durch F_3 als heterozygot sich auswiesen, deren Spaltungsverhältnis Tabelle 17 wiedergibt.

Nachkommenschaft von Pfl.	braun-gelb 08 gc; 13 ia	weiß-hellgelb 08 ga	Summe
a_1 Reihe 33	15	5	20
a_3 „ 35	24	11	35
b_2 „ 37	22	6	28
b_4 „ 39	18	5	23
b_6 „ 41	8	?	8
	79[1])	27	106

Die Feststellung ist von großer Wichtigkeit, daß bei den in F_3 auftretenden braunspelzigen Individuen die Intensität der Braunfärbung deutlich geschwächt war. Die typische braune Spelzenfarbe, die wir bei Hunters Winter-Kolbenweizen vorfinden und die noch in F_2 beobachtet wurde, lag bei keiner der F_3-Pflanzen vor. An Stelle von braun fand ich eine zum Gelb neigende Übergangsform. Eine andere Beobachtung erwähne ich, die ich bei der Untersuchung der hellbraunen Individuen machen konnte; es zeigte sich bei diesen eine deutliche dunklere Zeichnung entlang den Rändern der Hüllspelzen und eine schwächere an den Deckspelzenrändern. Leider sind bei dem F_2-Material keine Beobachtungen hierüber gemacht. — Die hellbraune Farbe der in

[1]) Bestand b_6 41 wurde nicht mitgerechnet, da keine weiße gefunden.

den Spaltungsbeständen auftretenden braunen Pflanzen lag nach OSTWALDS Farbschule etwa zwischen 08 gc und 13 ia, wohingegen die weißen Pflanzen dieser Bestände und die konstant weißen Nachkommenschaften (a_2; b_1; b_2; b_5; c_1; c_2) der hellklaren Farbe 08 ga entsprachen.

Auf Grund dieser Beobachtungen rechne ich mit 2 Farbfaktoren, die in ihrer Wirksamkeit insofern verschieden sind, als dem Gen B die Hauptrolle bei der Ausbildung der braunen Spelzenfarbe zukommt, während B_1 als Nebenfaktor in der Hauptsache verstärkende Wirkung ausübt. Für sich allein, selbständig und getrennt von B, bewirkt B_1 jene schwach braune Färbung, die wir in F_3 fanden; auch schreibe ich der Wirksamkeit dieses Faktors die an dem hellbraunen Material der F_3-Generation beobachteten dunklen Striche an den Spelzrändern zu.

Auf diese Weise erklärt sich die auffallende Erscheinung, daß wir in F_3 in Nachkommenschaften weißer Pflanzen Aufspaltung fanden. Es handelte sich nicht um homozygot weiße (bbb_1b_1), sondern um Individuen, die hinsichtlich B_1 heterozygot waren (bbB_1b_1). Tatsächlich konnte in F_3, wo eine Untersuchung der Spelzenfarbe mit größter Sorgfalt vorgenommen wurde, in den Spaltungsbeständen dieser Heterozygoten eine prinzipielle Übereinstimmung mit dem Verhältnis 3 : 1 festgestellt werden: hellbraungelb : weiß = 79 : 27. Auf K = 4 bezogen bedeutet das ein Verhältnis von 2,98 : 1,02, also ziemlich gute Übereinstimmung mit der Theorie.

In diesem Zusammenhang erklärt sich auch die große + Abweichung (D : m = +3,24!) der weißen Individuen vom Spaltungsschema 15 : 1 in F_2 (141 braun : 20 weiß = 14,02 : 1,98).

Über das genetische Verhalten der Spelzenfarbe liegen die verschiedensten Angaben und Beobachtungen vor. In der Mehrzahl der Fälle kommen für die verschiedenen Spelzenfarben mehrere Faktoren in Betracht, die je nach der Rasse in ihrer Wertigkeit verschieden sein können; die dunkleren Spelzenfarben dominieren über die hellen. Von ähnlichen Beobachtungen, wie sie in vorliegender Kreuzung gemacht waren, berichtet auch NILSON-EHLE[1]), indem er bei tiefbraunen alten Landweizenrassen der Spelzenfarbe 2 Faktoren zuschreibt, ferner konnte er auch bei gewissen

[1]) NILSON-EHLE, Kreuzungsuntersuchung I.

Kombinationen weiß aussehende Spalter beobachten. Kajanus[1]) rechnet bei einigen Weizenrassen ebenfalls mit dem Vorhandensein eines Gens für hellbraune Färbung neben den anderen Genen der Spelzenfarbe. — Ferner erinnere ich an die Beobachtungen Kiehslings[2]), der zur Erklärung der vielen braunen Abstufungen und anscheinend aberranter Variationsverhältnisse mehrere Spurenfaktoren annimmt, die in ihrer Wirkung Hemmungsfaktoren vergleichbar sind. Ebenfalls muß die Theorie Nilson-Ehles von der modifizierenden, sekundären Nebenwirkung anderweitiger Faktoren in diesem Zusammenhang Erwähnung finden.

D. Gegenseitige Beziehungen der untersuchten Merkmalspaare.

Gegenseitige Beziehungen zwischen Behaarung und Farbe sind des öfteren beobachtet worden. Beachtenswert sind die Angaben von Kajanus über seine Untersuchungen der korrelativen Zusammenhänge von Behaarung und Farbe. Henkemeyer[3]) vermutet Abstoßung zwischen den Genen der Behaarung und braunen Farbe, während neuerdings Möckel[4]) bei einer Kreuzung vulgare spelta, wo er ähnlich wie in vorliegender Kreuzung für Spelzenfarbe einen Hauptfaktor und einen sowohl kumulativ als auch selbständig wirkenden Nebenfaktor fand, Koppelung von behaart farbig und unbehaart weiß annimmt.

Ob auch in diesem Fall gegenseitige Beziehungen zwischen Behaarung und Spelzenfarbe bestehen, das festzustellen, wird infolge der ungenauen Gruppierung von braun : weiß einige Schwierigkeiten machen. Ich lege daher den folgenden Zusammenstellungen nicht das in F_2 gefundene Verhältnis von 141 braun : 20 weiß, sondern die durch die F_3-Nachzucht verbesserte Relation 146 braun : 15 weiß zugrunde.

1. Beziehung Behaarung-Spelzenfarbe.

Die gefundenen Zahlen liegen alle bis auf die für die glatten weißen Pflanzen ($D : m = + 2{,}22$) innerhalb der zulässigen Fehler-

[1]) Kajanus, Genetische Studien an Weizen.

[2]) Kiehsling, Landw. Jahrbücher aus Bayern 1914.

[3]) Henkemeyer, Dissertat. Untersuchungen von Spaltungen an Weizenbastarden.

[4]) Möckel, Dissertat. Über eine Weizen-Spelz-Kreuzung, Berlin 1922.

Tabelle 18.

	Behaart		Glatt		
	braun	weiß	braun	weiß	Summa
F_2	111	9	35	6	161
ideales Verh.	45 :	3 :	15 :	1	64
Auf K = 64 bezogen	44,2 :	3,58 :	13,9 :	2,39	
Die betr. mittl. Fehler	± 2,31	± 1,062	± 2,14	± 0,625	

grenze. Die positive Abweichung führe ich auf die schon erwähnte mangelhafte Sortierung der farbigen Pflanzen in F_2 zurück. Genetische Beziehungen zwischen den Erbfaktoren für Behaarung und Farbe liegen offenbar nicht vor, so daß die Merkmalspaare unabhängig voneinander vererben.

2. Beziehung Ährentypus-Behaarung.

F_2 verteilte sich in folgender Weise:

Tabelle 19.

	Compactum		vulgare		
	behaart	glatt	behaart	glatt	Summa
F_2	91	30	29	11	161
ideal. Verh.	9 :	3 :	3 :	1	16
Auf K = 16 bezogen	9,05 :	2,98 :	2,88 :	1,09	
die betr. mittl. Fehler	± 0,625	± 0,491	± 0,491	± 0,305	

Auch in diesem Falle findet freie Vererbung statt.

3. Beziehung Ährentypus-Spelzenfarbe.

Es ist zu erwarten, daß diese Merkmalspaare in keinerlei korrelativen Zusammenhang stehen, nachdem bereits freie, voneinander unabhängige Vererbung von Spelzenfarbe und Behaarung, ferner Ährentypus und Behaarung nachgewiesen ist. Tatsächlich zeigt die Tabelle 20 gute prinzipielle Übereinstimmung mit dem theoretischen Verhältnis 45 : 3 : 15 : 1.

Tabelle 20.

	Compactum		vulgare		
	braun	weiß	braun	weiß	Summa
F_2	111	10	35	5	161
ideal Verh.	45 :	3 :	15 :	1	64
auf K = 64 bezogen	43,5	3,92	13,72	1,96	
m_K:	± 2,31	± 1,062	± 2,14	± 0,625	

Zytologisch ausgedrückt bedeuten diese Ergebnisse, daß die Gene für Ährentypus, Behaarung und Spelzenfarbe in verschiedenen Chromosomen liegen.

Kreuzung III.

Weißer Frankensteiner ♀ × Eckendorfer begrannter Dickkopf ♂.

Weißer Frankensteiner ♀: Ähre lang (Spindellänge 11,9 cm) locker (mittlerer Ährchenabstand 5,3 mm), Ährenform langgestreckt, schmal nach oben sich verjüngend. Unbegrannt. Korn blaßgelb (08 ga—08 gc). Schlesischer Landweizen, der außerhalb der Heimat seinen Typ ändert. Halm lang, nicht lagerfest. Halmlänge unterliegt ebenfalls sehr großen Schwankungen.

Eckendorfer begrannter Dickkopf ♂: Ähre kurz (Spindellänge 8,6 cm), dicht (mittlerer Ährchenabstand 3,75 mm), Ährenform gedrungen kolbig bis keulenförmig, typische Squarehead-Form. Starke Grannen. Kornfarbe braun (13 lc). Halm kurz und steif.

Die Kreuzung wurde 1921 an 6 Pflanzen vorgenommen. Die F_1-Generation hatte mitteldichte, mittellange Ähren mit kurzen Grannenansätzen. Es wurde Aufspaltung hinsichtlich des Ährentypus, der Begrannung und der Kornfarbe beobachtet und näher untersucht. Untersuchungen über die Länge des Halmes und den Bau desselben, ferner über Kornertrag führten zu keinem sicheren Ergebnis, da diese Merkmale zu stark modifiziert waren.

Die F_2-Generation bestand aus 34 Pflanzen, von denen 20 zum Weiteranbau der F_3 ausgelegt wurden und eine Nachkommenschaft von insgesamt 932 Individuen ergaben. Die Bestände beider Generationen wurden auf das Genaueste untersucht.

A. Ährentypus.

F_1 war intermediär (Spindellänge 10,5 cm, mittlerer Ährchenabstand 4,4 mm) und hatte eine gleichdichte, parallele, oben spitze Ährenform.

Obwohl F_2 nur aus einer geringen Anzahl Individuen bestand, so war doch deutlich Serienaufspaltung mit allen Zwischen- und Übergangsformen vom dichten bis lockeren Ährentypus zu erkennen. Die typische Dickkopfform des Eckendorfer begrannten Dickkopf ♂ wurde nur bei einer Pflanze (25/16) beobachtet, die sich auch in F_3 vererbte. Bei einigen Individuen fand ich eine Ährenform mit Anlage zum Dickkopf vor. Als solche bezeichne ich Ähren mit kurzer bis mittellanger Spindel, deren Ährchenabstände nach oben zu sich etwas verringern. Duckardt[1]) führte für diesen Zustand

[1]) Duckardt, Diss. Faktorenanalyse einer Weizenkreuzung.

den Namen „Enddichter“ im Gegensatz zu „Endweiter und Gleichdichte“ ein. Eine Trennung der Enddichter von den Gleichdichten war sehr schwierig, da fließende Grenze und sogar verschiedene Ausprägung dieser Formen innerhalb derselben Pflanze beobachtet werden konnte. Leider genügt das Material in F_2 nicht zu exakten zahlenmäßigen Untersuchungen. Eine Vererbung dieses enddichten Typs konnte in F_3 nicht festgestellt werden. Die in F_3 auftretenden Individuen mit Anlage zum Dickkopf traten spontan auf in den Nachkommenschaften dichter und mitteldichter Mutterpflanzen. Wir werden hierauf noch später näher einzugehen haben.

Die überwiegende Mehrzahl der Individuen des F_2-Bestandes hatte gleichdichte Ähren. Der gleichdichte Ährentypus zeichnet sich durch mittellange Spindel, gleichmäßigen und guten Besatz aus. Die Ährenform stellt die Gestalt eines mehr oder weniger langgestreckten Prismas mit parallel verlaufenden Seiten und quadratischem Querschnitt dar. Mit zunehmender Spindellänge und sich vergrößernden Spindelabsätzen geht diese gleichdichte parallele Form über in die Spitze, nach oben schmaler werdende, um dann schließlich die lange schmale Ährenform des Frankensteiners, dessen Ährchenabstände nach der Spitze zu sich erweitern, anzunehmen. Die Breite der Ähre ist umgekehrt proportional der Spindellänge und des mittleren Ährchenabstandes, wie bereits in den eingangs gemachten Ausführungen über „Grundsätzliches zur Ährenform“ hervorgehoben wurde.

In F_3 wurden irgendwelche Neuheiten in der Ährenform nicht gefunden, es wurde daher, wie in F_2 unterschieden: Dickkopfform (nur in R. 144), Anlage zum Dickkopf, Gleichdichte und lang lockere Formen (wie ♀). Noch mehr als in F_2 war der intermediäre gleichdichte Ährentypus vorherrschend.

Die wechselnden Formen der Ähre standen, wie schon angedeutet, im großen und ganzen in deutlicher Beziehung zur Ährendichte, indem die im oberen Teile schmaleren Ähren locker, die gleichmäßig dicken mitteldicht, die kolbenförmigen dicht bis mitteldicht waren. Aus diesem Grunde habe ich ähnlich wie in Kreuzung I zur meßanalytischen Behandlung und Bestimmung der Ährenform vorwiegend Spindellänge und mittleren Ährchenabstand berücksichtigt. In gleicher Weise wurden als Norm die

elterlichen Ausmaße für Spindellänge und Ährendichte zugrunde gelegt, die in Tabelle 21 aufgeführt sind.

Tabelle 21.

	Spindellänge			mittl. Ährchenabstand			Ährchenzahl		
	Mittelwert u. mittlere Fehler	Grenzwerte in cm	v	Mittelwert u. mittl. Fehler	Grenzwerte in cm	v	Mittelwert u. mittl. Fehler	Grenzwerte in cm	v
eißer Frankensteiner ♀									
rnte 1923. .	11,91 ± 0,303	8—15,5	13,4	5,37 ± 0,087	4,4—6,1	8,55	22,2 ± 0,413	17—27	9,83
„ 1924. .	9,79 ± 0,191	8—11,5	8,36	4,75 ± 0,023	4,1—5,7	5,5	20,6		
Eckendorfer egr. Dickk. ♂									
rnte 1923 .	8,6 ± 0,107	7—10	7,26	3,75 ± 0,06	3,0—4,8	9,34	23,03 ± 0,29	19—27	7,48
„ 1924 .	8,10 ± 0,16	6,5—9,5	8,2	3,75 ± 0,055	3,1—4,7	8,46	21,6		
rithm. Mittel us den Werten ür ♀ und ♂.									
rnte 1923 .	10,25			4,506			22,6		
„ 1924 .	8,9			4,235			21,1		
(1923) . .	10,38 ± 0,318	7,0—14	13,4	4,41 ± 0,102		13,5	23,5 ± 0,43	17—27	10,7

Ein Vergleich der F_2-Werte mit dem arithmetischen Mittel aus den elterlichen Werten desselben Erntejahres zeigt intermediäre Stellung der Mittelwerte der F_2-Generation. Besonders gute Übereinstimmung zeigt sich bei einer Gegenüberstellung der relativen Ährchenzahlen; das arithmetische Mittel aus den relativen Zahlen für den Frankensteiner und Eckendorfer begr. Dickkopf beträgt 2,28, der Mittelwert des F_2-Bestandes ist 2,27.

Ein anschauliches Bild von der intermediären Vererbungsweise bekommen wir auch bei Betrachtung der korrelativen Zusammenhänge zwischen Spindellänge und Ährchenzahl. Diese gegenseitigen Beziehungen, wie wir sie bei den Eltern und der F_2-Generation finden, werden durch die betreffenden Korrelationskoeffizienten und die Regression in nachstehender Tabelle wiedergegeben.

Tabelle 22.

	Beziehung Spindellänge-Ährenzahl	Regression: Mit Zunahme eines Ährchens wächst d. Spindel an um (in cm)
Weißer Frankensteiner .	$r = +0{,}762$	0,502
Eckendorf. begr. Dickk. .	$\mathbf{r = +0{,}031}$	**0,042**
Arithm. Mittel. . . .	0,386	0,272
F_2	$r = +0{,}50$	0,28

Wir sehen also, daß bei Zunahme der Ähre um ein Ährchen die Spindel mit derselben Intensität anwächst, wie es geschehen würde bei Inkrafttreten der aus beiden Eltern als Mittel berechneten Regression.

Bevor ich zur Besprechung der spezielleren Verhältnisse der Variabilität übergehe, möchte ich kurz noch einige Bemerkungen über den Verlauf der Spaltung in F_2 und F_3 machen. Ich verweise zu diesem Zweck auf die Tabelle 23. Die Einteilung geschah nach den oben erwähnten Grundsätzen. Ich füge noch hinzu, daß auch hier, wie in Kreuzung I der Begriff kurz (8,6 cm) sich vollkommen deckt mit dicht (3,75 mm) und ebenso lang (11,9 cm) mit locker (5,37 mm). Die einzelnen Mutterpflanzen sind in die Gruppen I, II und III so eingefügt, wie ihrer genetischen Zusammensetzung auf Grund der Nachkommenschaftsprüfung entspricht. Es ergibt sich für die 20 ausgelesenen Individuen, die nunmehr durch die F_3-Analyse in bezug auf ihren Genotyp sichergestellt sind, folgendes Bild:

Tabelle 23.

Spindellänge	$< 8{,}6$ cm	$8{,}6 - 11{,}9$	$> 11{,}9$ cm
mittl. Ährchenabstand	$< 3{,}75$ mm	$3{,}75 - 5{,}37$	$> 5{,}37$ mm
	2	16	2
Auf $K = 16$ bezogen	1,6 :	12,8 :	1,6
M_K :	$\pm 0{,}865$	$\pm 1{,}18$	$\pm 0{,}865$

Für die Beurteilung der Nachkommen in F_3 wurden natürlich die vergleichenden Elternmaße desselben Vegetationsjahres wie F_3 (1924) herangezogen. Diese unterscheiden sich von den Mittelwerten des Erntejahres 1923 vor allem durch eine geringere Spindellänge beider Eltern (Frankenst. 1923: 11,9 1924: 1924: 9,8 cm; Eckendorfer begrannter Dickkop 1923: 8,6, 8,1 cm) und geringere Ährendichte des Frankensteiners. (1923: 5,37, 1924: 4,75 mm).

Bei Betrachtung der Variationsreihen für Spindellänge, Ährchenzahl und Ährendichte aus dem F_2-Bestande, finden wir in allen

drei Tabellen eine nur geringe Übereinstimmung mit der den Exponenten des Binoms $(a + b)^n$ entsprechenden idealen Zahlenreihe. Ich führe diese Abweichung auf die geringe Individuenzahl zurück. Der Beweis, daß auch bei dieser Kreuzung im Hinblick auf die genotypische Veranlagung dieser Merkmale die Wirkungsweise mehrerer Faktoren vorliegt, wird durch die Darstellung der Variabilitätsverhältnisse in F_3 erbracht, wo wir deutlich binomiale Anordnung der Varianten erkennen können. Um Wiederholungen zu vermeiden, führe ich in Tabelle 27 nur die Variationsreihen für den mittleren Ährchenbestand auf, da in dieser Größe zugleich Spindellänge und Ährchenzahl Berücksichtigung finden.

Tabelle 24.
Spindellänge in F_2:

7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	Se.
2	3	3	1	2	—	8	2	6	—	3	—	1	3		34

Tabelle 25.
Ährchenzahl in F_2:

20	21	22	23	24	25	26	26	Summe
4	4	4	9	7	4	2		34

Tabelle 26.
Mittlerer Ährchenabstand in F_2:

3,5	6	7	8	9	4,0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	5,0	1	2	3	4	5	6	Sa.
3	3	2	—	2		2	2	—	3	1	4	2	1	1	1		1	1	2	1	1	1	34

Aus der Tabelle 27 sehen wir deutlich an den verschiedenen Mittelwerten, besonders in der Gruppe II die verschiedenen Abstufungen der Ährendichte und Spindellänge von dicht-kurz bis locker-lang. Der Generalmittelwert der Gruppe II (4,21 mm bezw. 8,88 cm) berechnet aus den Mittelwerten der einzelnen Nachkommenschaften, stimmt genau überein mit dem arithmetischen Mittel aus den betreffenden Elternbeständen. Ferner erkennen wir an dem durchschnittlich höheren Variationskoeffizienten (v) dieser Gruppe II den vorwiegend heterozygoten Charakter derselben. Die Variationsgrenzen, innerhalb derer die Eltern varieren, wurden bei Gruppe I und III nicht überschritten. In Gruppe II findet transgressive Spaltung in den Beständen 145 a, 141 und 146 statt. Ob aber diese als erhebliche Verstärkungsneuheit oder als Modifikationserscheinung zu erklären ist, kann

nicht festgestellt werden. Ich neige der Ansicht zu, daß im Falle kumulativer Wirkung durch gleichsinnige Faktoren eine Transgression über die Form des Frankensteiners hinaus deutlicher hätte in Erscheinung treten müssen und halte diese auffallend lockeren Typen für Modifikationen. Somit ergibt sich sowohl für mittleren Ährchenbestand als auch für die Spindellänge intermediäre Aufspaltung innerhalb der elterlichen Ausmaße. Was die Vererbung der Ährchenzahl angeht, verweise ich auf die in Kreuzung I und die im Anschluß an die Besprechung der Tabelle 21 gemachten Ausführungen. Wenn wir uns nun vor Augen halten, daß von den 20 verfolgten F_2-Pflanzen sich im Genotyp 2 als kurz, dicht, 16 als intermediär und 2 als lang, locker auswiesen, so liegt die Vermutung sehr nahe, daß für die Spindellänge dieselben Längengene in Frage kommen, wie wir sie bereits beim Sammetweizen vorfanden. Hinsichtlich der Ausbildung der äußeren Ährenform scheint allerdings der Einfluß des Eckendorfer begrannter Dickkopf stärker zu sein als bei dem Squarehead der Kreuzung I. Während dort in den Filialgenerationen der mitteldichte bis lockere, in der äußeren Gestalt der Ähre dem Sammetweizen ähnliche, Ährentypus vorherrschend war, fanden wir in vorliegender Kreuzung im Vordergrund stehend den gleichmäßig dicken, parallelen oben mehr oder weniger spitzen Typ.

Bevor ich meine Ausführungen über die Vererbung des Ährentypus schließe, muß ich noch kurz auf die in F_3 resultierenden Dickkopfformen und Enddichter eingehen. In Tabelle 27 sind die Bestände, in denen diese Formen vorkommen, mit $\times$ bezeichnet. Die Mutterpflanze von R 144 zeigte schon Squareheadform, so daß wir es hier also aller Wahrscheinlichkeit nach mit erblicher Veranlagung zu tun haben. Alle anderen Pflanzen mit Anlage zum Dickkopf traten spontan auf als Nachkommen dichter und mitteldichter Individuen. Die Enddichter und Gleichdichten der Bestände 151 und 141 wurden hinsichtlich Spindellänge und Ährchenzahl gegenüber gestellt und bei der Messung ergaben sich für Spindellänge und Ährchenzahl folgende Mittelwerte:

	Gleichdichte	Enddichter
Spindellänge	9,35 (7—13,0)[1]	9,18 (7—10,5)
Ährchenzahl	20,8 (18—24)	21,5 (19—24)

[1]) Die Zahlen in ( ) geben die Variationsgrenzen an.

Bezeichnung	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	Summe	Gesamtmittel M	Gesamtmittel v	Gesamtmittel für Spindellänge
Reihe										
25/16 144							6	3,38	6,9	7,7
25/15 138/39	hte < 3,75 mm < 8,1 cm						38	3,74	8,69	7,99
Gruppe I							44	3,506	7,79	7,89
25/7 156							19	3,76	6,7	8,12
25/13 136/37							38	3,8	7,5	8,25
25/4 154	endichte 3,75—4,75 mm						20	3,96	12,1	9,24
25/5 155	ndel 8,1—9,79 cm						18	4,0	10,1	8,78
25/2 149/50							29	4,0	9,89	8,20
25/9 152/53							32	4,05	8,71	8,59
25/1 147/48							36	4,07	6,0	8,58
25/3 151							26	4,18	6,16	8,82
25/21 145a	—	—	—	—	—	1	13	4,33	13,75	9,1
25/12 135							30	4,35	7,56	8,87
25/23 133							32	4,36	9,48	8,55
25/25 141	—	1	—	—	1		20	4,53	10,04	9,61
25/31 146	—	—	—	1			20	4,53	6,95	9,65
25/17 140	—	1					12	4,58	8,9	9,52
25/19 131							31	4,66	6,1	9,18
25/26 145b							1	4,58	?	9,52
Gruppe II	—	2	—	1	1	1	377	4,21	8,7	8,88
			Gruppe III.							
25/24 134	1	Ährendichte < 4,75 mm					20	4,81	6,5	10,3
25/22 132	—	2	Spindel < 9,79 cm				20	4,94	6,6	10,56
Gruppe III	1	2					40	4,87	6,55	10,43

[1]) vergle

Tabelle 27.

Bezeichnung	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	Summe	Gesamtmittel M	Gesamtmittel v	Gesamtmittel für Spindellänge
Reihe																																				
25/16 144	[1]) 1	1	—	1	1	1	—	1 (alles Square head wie ♂)																									6	3,38	6,9	7,7
25/15 138/39	[1]) 2	1	1	1	3	4	4	5	6	5	3	—	—	—	2	1	(2 Enddichter)																38	3,74	8,69	7,99
Gruppe I	3	2	1	2	4	5	4	6	6	5	3	—	—	—	2	1																	44	3,506	7,79	7,89
25/7 156			1	—	2	1	6	3	2	—	2	—	2																				19	3,76	6,7	8,12
25/13 136/37	1	1	2	—	2	3	4	4	6	6	7	1	1																				38	3,8	7,5	8,25
25/4 154			2	1	1	1	—	3	2	1	3	—	2	1	—	1	—	—	—	2													20	3,96	12,1	9,24
25/5 155			2	—	2	—	—	2	2	2	1	2	—	3	—	1	—	—	1														18	4,0	10,1	8,78
25/2 149/50		1	1	2	1	—	2	—	3	3	2	4	4	3	2	—	1																29	4,0	9,89	8,20
25/9 152/53							3	3	3	4	4	3	4	1	2	1	1	—	1	1	1												32	4,05	8,71	8,59
25/1 147/48							4	1	2	4	12	4	2	2	4	—	1																36	4,07	6,0	8,58
25/3 151	[1]) (7 Enddichter)							1	3	3	2	5	6	1	1	1	2	1															26	4,18	6,16	8,82
25/21 145a						1	—	1	1	1	—	1	2	2	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	13	4,33	13,75	9,1
25/12 135								1	2	—	6	4	2	5	3	2	—	2	1	—	2												30	4,35	7,56	8,87
25/23 133					1	1	—	—	4	4	1	3	—	3	1	3	2	2	1	3	2	1											32	4,36	9,48	8,55
25/25 141	[1]) (14 Enddichter)							1	—	1	—	2	3	4	2	2	1	—	1	--	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1			20	4,53	10,04	9,61
25/31 146											3	2	4	2	—	1	3	—	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	1				20	4,53	6,95	9,65
25/17 140				1	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	1	1	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1						12	4,58	8,9	9,52
25/19 131													2	8	4	1	5	1	3	1	4	2											31	4,66	6,1	9,18
25/26 145b													1 (nicht verrechnet, da nur eine Pflanze)																				1	4,58	?	9,52
Gruppe II	1	2	8	4	9	7	19	21	30	29	43	32	35	35	21	16	19	7	11	8	11	3	—	1	—	—	2	—	1	1	1		377	4,21	8,7	8,88
25/24 134													2	—	3	1	2	4	—	2	2	3	—	—	—	1							20	4,81	6,5	10,3
25/22 132													2	1	—	—	1	—	1	8	2	2	1	—	—	—	2							20	4,94	6,6	10,56
Gruppe III													4	1	3	1	3	4	1	10	4	5	1	—	—	1	2							40	4,87	6,55	10,43

Gruppe I. Ährendichte < 3,75 mm; Spindel < 8,1 cm

Gruppe II. Ährendichte 3,75—4,75 mm; Spindel 8,1—9,79 cm

Gruppe III. Ährendichte < 4,75 mm; Spindel < 9,79 cm

[1]) vergleiche S. 276.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß die Enddichter von den Gleichdichten sich durch kürzere Spindel und höhere absolute Ährchenzahl auszeichnen. Die Variationskurven greifen aber weit ineinander über und es ist keine Grenze zu ziehen, von der ab die eine oder andere Form auftreten muß. Diese Tatsache, ferner das spontane Auftreten der enddichteren Ähren, die innerhalb derselben Pflanze noch verschieden sein können, deuten darauf hin, daß an der Bildung solcher Formen äußere Faktoren während der Vegetationszeit beteiligt sein müssen. Ich habe bereits in den einleitenden Ausführungen auf die verschiedenen äußeren Einflüsse, die auf die Ausbildung der Dickkopf- und Enddichterform einwirken können, aufmerksam gemacht. Nach alledem ist die Vererbung der Dickkopfform noch nicht völlig geklärt, ebenso wie über die Frage der Entstehung und Herkunft des Squarehead noch keine gänzliche Klarheit herrscht. Wie dem auch sei, glaube ich annehmen zu können, daß wir es in dieser Kreuzung bei den Enddichtern mit gewissen Erbfaktoren zu tun haben, die vom ♂ stammen und geeignet sind, unter besonderen äußeren Bedingungen direkt oder indirekt eine Ausprägung der kolbigen Ähre zu bewirken. Es wäre doch denkbar, daß z. B. die Anlage für hohe Wachstumsenergie, der Detzel[1]) entscheidenden Einfluß auf die Bildung von Dickkopfformen zuschreibt, durch mehrere Erbfaktoren bedingt ist, deren Verhalten nach Bastardierung, ähnlich wie bei den meisten physiologischen Eigenschaften, infolge unklarer Spaltungsverhältnisse zu erkennen, Schwierigkeiten bereitet.

B. Begrannung.

Der F_1-Bastard war intermediär, indem er kurze Ansätze von Grannen trug. Diese waren ungefähr von der Spitze bis zur Mitte der Ähre anzutreffen, während die kurzen Grannenspitzen, die wir beim Frankensteiner beobachten können, nur an den obersten Ährchen saßen.

Bei der Untersuchung der F_2-Generation wurde wie in Kreuzung I verfahren, indem nur zwischen begrannten und unbegrannten Formen getrennt wurde, so daß die Pflanzen mit heterozygoter Anlage für Begrannung als unbegrannt galten. In

[1]) Detzel, Über Ährenformen des Weizens. Fühlings landw. Zeitung 1914.

F_3 wurde der Versuch gemacht in Vollbegrannt, Halb- und Unbegrannt zu trennen.

Die F_2-Generation ergab: 25 unbegrannt : 9 begrannt. Auf $K = 4$ bezogen, entspricht dies dem Verhältnis 2,94 : 1,06. Diese Zahlen liegen innerhalb des mittleren Fehlers $m_K = \pm 0{,}296$.

Es liegt also offenbar Spaltung nach dem Verhältnis 3 : 1 vor. Für den Anbau der F_3-Generation wurden 7 begrannte und 13 unbegrannte Pflanzen benutzt, wie die Übersicht auf der folgenden Seite zeigt. Die begrannten Individuen vererbten ihre rezessive Eigenschaft konstant. Von den willkürlich herausgegriffenen 13 unbegrannten Pflanzen erwiesen sich 9 heterozygot, 4 homozygot veranlagt, was ziemlich genau mit dem theoretischen Verhältnis 2 : 1 übereinstimmt. Die Aufspaltung der Heterozygoten in F_3 ergibt ein Verhältnis von 50 unbegrannt : 114 halbbegrannt : 61 begrannt mit einem mittleren Fehler von $m_K = + 0{,}116 : 0{,}133 : 0{,}116$. Die Übereinstimmung mit dem Verhältnis 1 : 2 : 1 ist nicht zu verkennen. Es läßt sich also bei eingehender Untersuchung des Phänotyps eine Unterscheidung von homozygot Unbegrannt (BBHH), heterozygot Unbegrannt (BBHh) und heterozygot Begrannt (BBhh) sehr wohl treffen und es findet Vererbung nach dem Zeatyp statt. Die intermediären Formen sind so zu erklären, daß bei einmaligem Vorhandensein die Wirkung des Hemmungsfaktors H geschwächt ist.

C. Kornfarbe.

Nach OSTWALDS Farblehre liegt die Kornfarbe des Frankensteiners zwischen 08 ga — 08 gc (= hellgelb), die des Eckendorfer ist 13 lc (braun). Über das Aussehen der F_1-Körner fehlen leider nähere Angaben, doch ist auf Grund der Aufspaltung in F_2 mit schwachbrauner Farbe zu rechnen. In F_2 resultierten 26 braun : 8 hellgelb. Dieses Verhältnis deutet auf unifaktorielle Differenz hin. Ich nehme ein Gen R für Ausbildung der braunen Farbe an. Eine Unterscheidung der RR- von den Rr-Typen war nicht möglich, zumal die verschiedensten Ausprägungen der hellgelben und braunen Farbe, wahrscheinlich infolge leichter Modifizierbarkeit, beobachtet werden konnten. Zum Anbau der F_3-Generation wurden 5 hellgelbe und 15 braunkörnige Individuen benutzt. Die hellen blieben auch in F_3 konstant, während von den braunkörnigen Pflanzen 6 homozygot RR schienen, 9 dagegen

aufspalteten. Die Aufspaltung der Heterozygoten ergab in F_3 204 RR und Rr : 61 rr. Dies entspricht, auf das Verhältnis 3 : 1 bezogen, einer Relation von 3,08 : 0,921. Die Abweichungen vom idealen Verhältnis liegen innerhalb des mittleren Fehlers ($m_K = \pm 0{,}1065$).

Kreuzung IV.

Weißer Frankensteiner ♀ × roter Winter-Grannenspelz ♂.

Weißer Frankensteiner: s. Kreuzung III.

Roter Winter-Grannenspelz. Ähre sehr locker (mittlerer Ährchenabstand 6,54 mm), sehr lang, Spindellänge 14,18 cm. Spindel sehr zerbrechlich und sehr fester Spelzenschluß. Starke Kielung der Spelzen. Spelzen begrannt und blaßbraun. (13 ic — 13 lc) Kornfarbe rotbraun. (12 nc — 17 nc — 17 pc).

Die Kreuzung wurde 1921 an zehn Ähren vom weißen Frankensteiner vorgenommen. In F_2 erfolgte Aufspaltung in bezug auf Ährentypus (wozu ich Kielung und Geschlossenheit der Spelzen rechne), ferner Spelzenfarbe und Begrannung und Kornfarbe. F_2 bestand aus 61 Individuen, von denen fünfzig zur F_3-Generation benutzt wurden.

A. Ährentypus.

Die F_1-Pflanzen hatten Spelta-Habitus. Sie hatten lange und lockere Ähren, die sich nach der Spitze zu verjüngten. Was Kielung der Spelzen und fester Spelzenschluß anbetrifft, so war die Ausbildung dieser Merkmale nicht so ausgeprägt wie bei dem Vater.

In F_2 trat eine weite Aufspaltung auf vom typischen Spelz bis zur vulgare-Form. Dazwischen befanden sich die verschiedensten Übergangsformen, solche, bei denen der Spelta-Charakter überwiegt, ferner solche, die intermediäre vulgare-Formen darzustellen schienen. Fester Spelzenschluß, Kielung und Aussehen der Hüllspelzen stand in fester Korrelation zu den anderen Merkmalen des Spelta. Aus diesem Grunde betrachtete ich diese Eigenschaften als zum Spelta-Habitus gehörig und habe sie nicht einer gesonderten Untersuchung unterzogen, zumal eine Klassifizierung z. B. des Spelzenschlusses oder der Brüchigkeit der Spindel wegen der schwierigen Feststellung der Festigkeits- bezw.

Brüchigkeitsgrade unmöglich war. Die in F_2 und F_3 vorkommenden Ährentypen konnten in folgende Gruppen eingeteilt werden:

Kontinuierliche Aufspaltung von typisch Spelta (I) bis typisch vulgare (III)

I. Spelta. Ähre sehr lang und locker, und nach oben sich verjüngend, wie ♂. Ährchen dicht an der Spindel anliegend. Spindel sehr zerbrechlich. Fester Spelzenschluß, stark gekielte Spelzen. Hüllspelzen quer abgestutzt. Rückenkiel endigt in einem stumpfen Zahn. Korn dreikantig.

II. Intermediär

a) Speltoid: Ähre lang bis mitteldicht und nicht so schmal infolge der etwas gesperrteren Stellung der Ährchen zur Spindel. Spindel noch zerbrechlich. Kielung ähnlich wie bei I. Rückenkiel hat nicht den stumpfen Zahn, sondern letzterer ist stärker, länger und etwas nach innen gebogen. Spelzenschluß ziemlich fest. In einigen Fällen erinnern die Ähren schon stark an vulgare.

b) halb-vulgare: Ähre lang bis mittellang, locker bis mitteldicht, Ährenform gleichmäßig dick mit parallel verlaufenden Seiten, oben spitz oder länger und schmaler wie bei der Ähre des Frankensteiners. Kielung der Spelzen schwächer. Zahn nach innen gebogen; Spelzenschluß sehr verschieden, aber nicht mehr so fest wie bei I und IIa. Korn gleich dem vulgare.

III. vulgare.

a) Langform. Dieser Name dient als Sammelbegriff für gleichmäßig dick oben zugespitzt oder nach oben sich mehr oder weniger verjüngende Ährenformen. Spindel lang, mittellang und kurz. Spelzenschluß, Aussehen der Spelzen wie bei ♀.

b) Kolbenform. Ähnelt dem Squarehead-Typus. Ausprägung der Form variiert stark, so daß neben typischen Keulenformen auch mitteldichte, schwachkolbige zu finden waren. Ährchenabstand nach der Spitze zu enger werdend. Spindel mittellang bis kurz. Diese Ährenform wurde in F_3 beobachtet.

Die hier gegebene Bestimmung der Typen soll nur als Anhaltspunkt dienen; in Wirklichkeit war keine so scharfe Abgrenzung, wie sie hier gegeben ist, möglich, da die einzelnen

Gruppen infolge fließender Grenzen ineinander übergehen. Besondere Schwierigkeiten bot die Unterscheidung der Gruppen I und IIa, ferner IIa und IIb, wohingegen die Trennung der vollvulgare-Formen von den Gruppen I und II mit Leichtigkeit vorgenommen werden konnte.

Eine nach diesen Gesichtspunkten vorgenommene Gruppierug in F_2 ergab folgendes Bild:

Tabelle 28:

Bestand	Spelta und Speltoid	vulgare	Summe
14	14	5	19
15	16	2	18
17	17	7	24
	47	14	61

Wegen der großen Ähnlichkeit der Ährentypen I und IIa und unseres mangelhaften Unterscheidungsvermögens führe ich in Tabelle 29 die Genotypen an, soweit sie für die in F_3 verfolgten F_2-Pflanzen sichergestellt sind. Die erbliche Veranlagung der Mutterpflanzen für die F_3-Generation geht aus folgender Tabelle hervor:

	homozygot Spelta SS	heterozygot Spelta Ss	homozygot vulgare ss	Summe
14	7	5	4	16
15	4	11	1	16
17	2	9	7	18
	13	25	12	50
	1	: 2	: 1	

Für den Spelta-Habitus nehme ich ein Gen S an. Der Spelta-Habitus dominiert über vulgare. Die Valenz des Faktors S scheint verschieden zu sein. Bei hoher Valenz wird Typ IIa, im andern Falle eine mehr an vulgare erinnernde Form (IIb = halbvulgare) entstehen. Es ist anzunehmen, daß äußere Einflüsse eine gewisse Rolle spielen z. B. beobachtete ich an verschiedenen Pflanzen der F_3-Generation, daß der Grad der Geschlossenheit der Spelzen und der Brüchigkeit der Spindel sogar innerhalb einer Pflanze stark variierte. Es wurden Ähren desselben Individuums mit festerem und loserem Spelzenschluß und ebenso solche mit zäher und zur Zerbrechlichkeit neigender Spindel gefunden. Wie dem auch sei, ist doch die Feststellung von

Bedeutung, daß nach dem Phänotyp keine sichere Unterscheidung der SS- von den Ss-Typen möglich war.

Die Nachkommen der homozygot Spelta-Individuen aus F_2 zeichneten sich in F_3 durch keine Besonderheiten aus; die typische Ährenform des Wintergrannenspelzes trat, wie zu erwarten war, überall wieder auf.

In den Spaltungsbeständen der Heterozygoten zeigten sich wieder die verschiedenen Abstufungen in der Ausbildung des Spelzcharakters und der Ährenform, die wir bereits in F_2 zu beobachten Gelegenheit hatten. Für die Pflanzen mit Spelta-Habitus war in diesen Spelta-vulgare-Beständen der Typ I und IIa vorherrschend. Gleichmäßig dicke oder gar schwach enddichtere Spelzpflanzen wurden nicht gefunden. Die vulgare-Pflanzen der betreffenden Bestände waren in der Mehrzahl der Fälle lang bis mittellang. Im oberen Teil dünner werdend oder gleichmäßig dick, oben zugespitzt. In acht Nachkommenschaften traten vereinzelt Enddichter auf, deren Ährchenabstand nach oben zu sich schwach verringerte und die mehr oder weniger Kolbenform zeigten. Eine Gesetzmäßigkeit in dem Auftreten dieser Formen konnte nicht beobachtet werden. Der Spelzenschluß war bei den vulgare-Pflanzen der heterozygoten Bestände sehr verschieden. Sehr lose, ähnlich wie bei Frankensteiner, war er bei allen kolbenförmigen Ähren, während vereinzelt bei den anderen vulgare-Formen eine gewisse Neigung zu festerem Spelzenschluß beobachtet werden konnte. Die Aufspaltung in diesen Spelta-vulgare-Beständen war folgende:

Tabelle 30.

Nachkommen aus Bestand	SS und Ss	ss	Summe
14	134	46	180
15	425	126	551
17	267	130	397
	826	302	1128

Wie aus der Tabelle hervorgeht, zeigt sich auch in F_3 Aufspaltung nach dem Pisumtyp.

Die homozygoten vulgare-Pflanzen verhielten sich in F_3 insofern verschieden, als aus den mittellang bis langen oben mehr oder weniger schmaler werdenden und gleichmäßig dicken oben spitzen Typen in F_3 neben solchen auch kolbenförmige mit

kurzer Spindellänge und typischem Squarehead-Typus hervorgingen. Im allgemeinen war der mittlere Ährchenabstand am größten bei den Formen, die den Frankensteiner Typ repräsentierten und nahm ab mit zunehmender Kolbigkeit der Ähren. In vier Beständen war die Langform (Gruppe IIIa) der Mutterpflanzen konstant geblieben. Aufspaltung in Lang- und Kolbenformen lag in den in Tabelle 31 aufgeführten Nachkommenschaften vor. Ein Bestand ergab in F_3 nur Kolbenformen. In den sieben Spaltungsbeständen der Tabelle 31 konnten neben den Extremen Langform und Kolben noch die verschiedensten Zwischenformen unterschieden werden. Eine exakte Gruppierung war daher nicht möglich. Ich möchte im Anschluß hieran auf eine Erscheinung hinweisen, die ich bei Kajanus bestätigt fand, daß sogar an ein und derselben Pflanze verschiedene Ährenformen gefunden wurden. So fand ich an einer Pflanze sowohl gleichmäßig dicke, oben zugespitzte neben Ähren mit ausgeprägtem Frankensteiner-Typ als auch solche, die neben der ersten Form schwachkolbige aufwiesen. Die betreffenden Pflanzen waren genau untersucht, so daß es sich nicht etwa um zusammengewachsene handeln konnte. Diese Beobachtung dient wieder als Beweis dafür, daß Ährenformen stark modifiziert werden können. Das Verhältnis der Langformen: Kolbenformen war 195 : 63. Die Verteilung auf die einzelnen Bestände war folgende:

Tabelle 31.

Bestand	Langform	Kolbenform	Summe	D : m
14/12	18	5	23	+ 0,36
14/14	26	4	30	+ 1,45
17/5	37	4	41	+ 2,26
17/6	26	4	30	+ 1,47
17/7	26	16	42	+ 1,98
17/9	36	22	58	— 2,29
17/20	26	8	34	+ 0,064
	195	63	258	

Da bei einigen Beständen sehr große Abweichung vom idealen Verhältnis 3 : 1 zu beobachten ist, erscheint es unsicher, ob 195 : 63 auf Mendelspaltuug zurückzuführen oder als Zufallserscheinung zu deuten ist. Wir werden später noch einmal hierauf zurückkommen.

Ich gehe jetzt zur Besprechung der spezielleren Verhältnisse der Variabilität in den Filialgenerationen über. Bei den zum

Vergleich angebauten Eltern wurden folgende Variabilitätsmaße gefunden:

Tabelle 32.

	Spindellänge in cm			Ährchenzahl		
	M und m_K	Grenzen	v	M und m_K	Grenzen
Weiß. Frankensteiner 1923	11,9 ± 0,303	8,5—15	13,4	22,2 ± 0,413	17—27
1924	9,79 ± 0,191	8—11,5	8,36	20,6	
Rot. Wt. Hammerspitz 1923	14,18 ± 0,236	11—17	10,65	21,7 — 0,382	16—27
	12,5 ± 0,32	9,5—15,5	11,2	19,9	

In F_2 ergaben sich folgende Variationsreihen für Spelta (SS und Ss) und vulgare:

Tabelle 33.

Spindellänge in cm:

1923!	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	Mittelwert
Spelta	1	—	—	1	2	1	4	4	4	—	2	4	6	1	3	7	1	3	1	—	2	13,79
vulgare		1	—	—	—	3	—	2	2	3	—	—	1	1	—	1						12,29

Wir finden in F_2 sowohl für die Spelta- als auch vulgare-Gruppe einen höheren Variationskoeffezienten als bei den Eltern. Weniger deutlich kommt diese Erscheinung bei den vulgare-Formen zum Ausdruck. Doch führe ich das auf die geringe Anzahl der Individuen zurück. Bei der Spelta-Gruppe fällt besonders die Neigung für kürzere Spindellänge auf. Dies kommt deutlich im Mittelwert zum Ausdruck. Dieselbe Beobachtung der größeren Variationsbreite und Neigung zur kürzeren Spindellänge konnte auch gemacht werden bei einer Zusammenstellung der Nachkommenschaftsmittel der Spelta- und vulgare-Bestände aus F_3. In den folgenden Tabellen sind diese variationsstatistisch aufgeführt. Ich bemerke noch dazu, daß bei dieser Zusammenstellung die in den heterozygoten Beständen vorkommenden Speltaformen den konstanten (SS) zugerechnet wurden und ebenso die vulgare den ss-Formen.

Tabelle 34.

Mittelwert der Speltabestände:

9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	Mittelwert	v
1	2	3	8	2	7	6	5	—	—	2	1	—	1	11,75	11,8

Tabelle 35.

Mittelwerte der vulgare-Bestände:

7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	Mittelwert	v
1	1	3	2	8	11	6	5	—		9,56	8,78

Ein Vergleich mit den entsprechenden Werten der Eltern zeigt eine größere Variation als bei den Elternformen, zumal wir noch berücksichtigen müssen, daß es sich hier nicht um Mittelwerte einzelner Pflanzen handelt, sondern um Nachkommenschaftsmittel. Es fällt ferner auf, daß hinsichtlich der Verteilung der Varianten eine Verschiebung in der Richtung zur kürzeren Spindellänge stattgefunden hat, wodurch auch die Mittelwerte eine deutliche Verschiebung nach links, also zur kürzeren Spindellänge hin, erfahren mußten.

Diese Feststellungen haben späterhin bei der Besprechung der Faktorenanalyse große Bedeutung. Aber bevor wir dazu übergehen, möchte ich noch auf eine Erscheinung hinweisen, die mit den soeben gemachten Beobachtungen im engsten Zusammenhang steht. Bei der Untersuchung der F_2-Generation ergab sich für die homozygoten Speltaformen (SS) die höchste Spindellänge, die Spindeln der heterozygoten waren intermediär. Die genauen Mittelwerte (in cm) waren folgende:

Tabelle 36.

Bestand	SS-Pflanze	Ss-Pflanze	ss-Pflanze
14	13,4	12,8	11,5
15	15,1	13,7	12,7
17	14,3	13,6	12,2
Mittel:	14,27	13,37	12,13

Eine Zusammenstellung der Nachkommenschaftsmittel dieser Genotypen zeigt dieselben oder doch sehr ähnliche Unterschiede hinsichtlich der Spindellänge:

Tabelle 37.

F_3	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	Mittel
ozy-																		
Spelta							1	1	1	—	2	3	4	—	—	—	1	12,06
ozyg.																		
ta .					1	3	4	4	6	3	1	2	—	1				10,57
ozyg.																		
are .	1	—	1	—	2	3	4	1										9,59

Nehmen wir die Spaltungsbestände der Ss-Mutterpflanzen heraus und vergleichen wiederum die Mittel der Spelta-Pflanzen mit denen, die vulgare Charakter tragen, dann finden wir dieselben Verhältnisse: bei spelta relativ lange, bei vulgare kurze Spindel. Ich habe nach dem Vorbilde von Kajanus die Mittel sämtlicher

Spelta-vulgare-Bestände in Beziehung gesetzt, zu den entsprechenden Mitteln der in diesen Beständen resultierenden vulgare-Pflanzen. Ich fand eine sehr deutliche positive Korrelation ($r = + 0{,}877$) zwischen der Größe der Mittel sämtlicher Pflanzen und der Größe der Mittel der betreffenden vulgare-Pflanzen. Der Mittelwert sämtlicher Pflanzen war 10,57 cm (vgl. Tabelle 37). Die vulgare-Pflanzen derselben hatten einen Mittelwert von 9,55 cm; letzterer stimmt gut überein mit dem Mittel der konstanten vulgare-Bestände = 9,59 cm (Tabelle 37). Diese soeben erörterten korrelativen Verhältnisse, ferner die Beobachtungen über die verschiedenen Grade der Spindellänge führen zu der Annahme, daß die Ährenlänge im wesentlichen vom Vorhandensein des Gens S beeinflußt wird. Die Verlängeruug beträgt bei den SS-Typen auf Grund der Messungen in F_2 und F_3 2,305 cm, bei den heterozygoten dagegen nur 1,24 cm.

Zurückblickend auf die Verhältnisse der Variabilität und Bezug nehmend auf die letzten Feststellungen glaube ich folgende Rückschlüsse auf die Genetik ziehen zu können. Für die Spindellänge nehme ich 2 Gene an. In der Wirklichkeit wird es sich wahrscheinlich um mehrere handeln; der Einfachheit halber nehme ich nur 2. Gen L_s bewirkt beim Spelta-Elter die Spindellänge und erfährt durch das S-Gen eine Verstärkung, wie wir bereits gesehen hatten. Das S-Gen verleiht dem Spelz seine charakteristischen Merkmale und bewirkt daher auch ohne Verbindung mit L_s eine gewisse Lockerheit im Bau der Spindel. L_s kommt nur bei gleichzeitigem Vorhandensein von S zur Wirkung, es ist also ein spezifischer Erbfaktor der Spelta-Gruppe. Dem gegenüber das Längengen L_v, welches bei der vulgare-Form der Spindel die charakteristische Ausprägung gibt. Es hat vornehmlich wahrnehmbare Wirkung bei vulgare. Ob eine gewisse kumulative Wirkung dieser beiden Gene L_s und L_v eintreten kann, vermag ich an Hand dieses geringen Materials nichts zu sagen. Ich neige mehr der Ansicht zu, daß die Wirksamkeit dieser Längengene abhängig ist vom Vorhandensein bezw. Fehlen des Faktors S. Aber vielleicht ist unter dieser Voraussetzung eine geringe kumulative Wirkung bei einmaligem Vorhandensein des Faktors S möglich; es würden auf diese Weise die auffallend hohen Nachkommenschaftsmittel in den Klassen 14,5—15 und 15,5—16 (Tabelle 34) ihre Erklärungen finden. Die Erbformeln würden lauten:

SS $L_s L_s l_v l_v$ × ss $l_s l_s L_v L_v$
Spelta vulgare
F_1 Ss $L_s l_s L_v l_v$

In F_2 würden sich folgende Gruppen ergeben:

1 SS ($L_s L_s L_v L_v$: 2 $L_s L_s L_v l_v$: 1 $L_s L_s l_v l_v$: 2 $L_s l_s L_v L_v$: 4 $L_s l_s L_v l_v$: 2 $L_s l_s l_v l_v$: 1 $l_s l_s L_v L_v$: 2 $l_s l_s L_v l_v$: 1 $l_s l_s l_v l_v$)
2 Ss ($L_s L_s L_v L_v$ ——————————→ : 1 $l_s l_s l_v l_v$)
1 ss ($L_s L_s L_v L_v$ ——————————→ : 1 $l_s l_s l_v l_v$)

Wir erhalten 16 SS : 32 Ss : 16 ss oder 1 : 2 : 1.

In Gruppe I wird die verstärkende Wirkung des doppelt vorhandenen S-Gens am deutlichsten zum Ausdruck kommen. Die Unterschiede in der Spindellänge führe ich neben Modifikation auf die verschiedene Besetzung des L_S-Gens zurück. $SSL_S L_S$ wird eine längere Spindel haben als $SSL_s l_s$ oder gar $SSl_s l_s$, zumal die Verstärkung durch SS auf $L_s l_s$ auch geringer sein wird, als bei doppeltem Vorhandensein. So erkläre ich mir die verschiedenen in F_2 und F_3 beobachteten Spelztypen durch das Zusammenspiel der S- und L_S-Gene. Gruppe II wird ebenso starke Variation zeigen. Im Durchschnitt finden wir aber bei den Individuen dieses Genotyps eine kürzere Spindel, da S nur einmal vorhanden ist. Bei unseren Ergebnissen fanden wir eine Verlängerung der Spindel durch SS um 2,3 cm, durch Ss um 1,24. Es wirkt hiernach also Ss halb so stark (mit einer geringen positiven Abweichung, die aber auf die geringe Anzahl des untersuchten Materials zurückgeführt werden kann) wie SS.

In Gruppe III kommt in der Hauptsache das Gen L_v zur Geltung. Es ergibt sich auch Abstufung ähnlich wie in I und II. Da S fehlt, wird in keinem Fall eine dem Spelta-Habitus entsprechende Spindel auftreten. Bei Fehlen des Faktors L_v wird eine Verkürzung der Spindel die Folge sein. Diese Verlustneuheiten ($ssL_s L_s l_v l_v$ oder $ssl_s l_s l_v l_v$) bilden meines Erachtens die Spindeln für die Kolbenformen und sonstige enddichtere Ährenformen. Auch der gleichmäßig dicke Ährentyp und alle die erblichen Ährenformen, die kürzer und dichter als die Mutter (Frankensteiner), führe ich auf die Verlustkombinationen zurück. Auf Grund dieser Vorstellungen erklärt sich in gleicher Weise wie bei den Spelta-Gruppen die größere Variabilität der F_2- und F_3-Bestände.

Eine Gegenüberstellung von Langform und Kolbenform (beide Begriffe gelten in diesem Fall als Sammelbegriffe für die verschiedenen Ausprägungen in diesen Gruppen) ergibt deutlich eine kürzere Spindel für Kolbenform, eine längere für Langform und zwar beträgt die Verkürzung der Kolbenform im Durchschnitt 1,45 cm. Ich bemerke noch, daß der Mittelwert der Bestände mit nur Kolbenformen = 8,6 cm ziemlich gut übereinstimmt mit dem Mittel für Kolbenformen aus den spaltenden Beständen = 8,7 cm.

Tabelle 38.

Anzahl	Langform		Kolbenform	
Nachkommenschaften	Spindellänge	Ährchenzahl	Spindellänge	Ährchenzahl
13	10,1	21,53	8,7	21,47
3	—	—	8,6	21,80

Nach Betrachtung der Vererbungsweise der Spindellänge wollen wir nun zur Behandlung der Ährchenzahl übergehen!

Eine Untersuchung der F_2-Pflanzen, deren Genotyp durch die F_3-Generation sichergestellt war, ergab hinsichtlich ihrer Ährchenzahl folgende Variationsreihen:

Tabelle 39.

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Mittel	Anz. Ähr. pro
konstant Spelta .	1	1	—	1	2	—	4	2	2						21,57	1,
heterozygot Spelta					1	5	4	1	4	5	2	2	1		24,14	1,
homozygot vulgare					1	2	2	3	3	—	1				23,25	1,

Bei Betrachtung der absoluten Ährchenzahl finden wir bei den Heterozygoten den höchsten Mittelwert. Es scheint also, als wenn die Ährchenzahl in der Aufspaltungsgeneration transgrediiert. Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir bei einer Zusammenstellung der Nachkommenschaftsmittel der F_3-Bestände:

Tabelle 40.

F_3:	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Gesamtmittel	Anzahl der Ährchen auf 1 cm
homozygot Spelta	1	3	3	5	1					19,654	1,625
heterozyg. Spelta	1	2	4	3	9	4	—	2		21,94	2,07
homozyg. vulgare		3	1	2	1	4	1			20,91	2,18

Unterziehen wir die Spelta-vulgare-Bestände (heterozygot Spelta) einer genaueren Betrachtung, so ergibt sich als Mittelwert

für Spelta (d. h. für SS und Ss-Genotypen) 22,51 für vulgare (ss) 21,3. Der in diesen Spaltungsbeständen gefundene Mittelwert für die Speltagruppe muß sich der Theorie nach zusammensetzen aus den Mittelwerten von einem Anteil SS-Typen und zwei Anteilen Ss-Formen. Legt man den Wert des Spelta-Elters zugrunde, der sich ziemlich genau mit dem Mittel der konstant Spelta-Formen aus F_3 deckt, so würde sich als Mittelwert der Pflanzen mit dem Genotyp Ss folgende Berechnungsweise ergeben (der gesuchte Mittelwert sei x): $\frac{2x + 19{,}9}{3} = 22{,}51$ $x = 23{,}3$. Diese Berechnung gründet sich natürlich nur auf theoretische Annahme, zur sicheren Erkenntnis dieser Verhältnisse müßte schon die F_4-Generation herangezogen werden. Aber dennoch kann auf Grund dieses Ergebnisses und der in Tabelle 39 und 40 gemachten Darstellungen der Schluß gezogen werden, daß die Spelta-Homozygoten die niedrigste, die Heterozygoten dagegen die höchste absolute Ährchenzahl besitzen.

Wie ist diese hohe Ährchenzahl bei den Heterozygoten zu erklären?

Wir haben früher schon (Kreuzung I) gesehen, daß die absolute Ährchenzahl nichts über den Bau der Ähre ob dicht oder locker, aussagt. Erst durch gleichzeitige Berücksichtigung der Spindel erkennen wir den wahren Charakter der Ähre. In den Tabellen 39 und 40 sind daher die Ährchenzahlen auf die Spindel umgerechnet angegeben. Bei Betrachtung dieser relativen Ährchenzahlen ergibt sich deutlich die größte Lockerheit der Spindel beim Spelz, die geringste bei vulgare und eine Mittelstellung mit starkem Ausschlag nach vulgare hin bei den Heterozygoten. Es scheint ein höherer Einfluß des vulgare-Typs hinsichtlich Ährchenzahl vorzuliegen! Wenn wir uns nun die Tatsachen ins Gedächtnis zurückrufen, daß 1. die Spindellänge bei den heterozygoten Ss-Formen vornehmlich intermediär war, 2. wie bei allen lockeren Ährenformen Ährchenzahl in enger Korrelation zur Spindel steht (beim Spelt-Elter fand ich $r = + 0{,}825$), also die Ährchenzahl im starken Maße den Veränderungen der Spindellänge folgt, dann ergibt sich daraus, daß bei Kombination von hoher Ährchenzahl mit indermediärer Spindel die absoluten Ährchenzahlen die Werte der Eltern überschreiten müssen. Für die Genetik ist die Beobachtung von entscheidender Bedeutung, daß solche Über-

schreitungen der absoluten Ährchenzahl nicht bei den Spelta-Homozygoten festgestellt werden konnten. Ich erinnere auch daran, daß bei diesen die relativen Ährchenzahlen ziemlich konstant sich verhielten und gute Übereinstimmung mit den betreffenden Werten des Spelta-Elters zeigten. Diese Anzeichen sprechen dafür, dem S-Gen eine hemmende Wirkung bei der Ausbildung höherer Ährchenzahlen zuzuschreiben. Die Gene für höhere Ährchenzahl beim vulgare wirken spezifisch und kommen beim Vorhandensein von SS nicht zur Geltung. Bei einschichtigem Gegebensein von S ist die hemmende Wirkung geschwächt und es kommen deutlich die Anlagen für höhere Ährchenzahl zur wahrnehmbaren Geltung.

Zum Schluß noch einige Bemerkungen über die Ährchenzahl bei den Kolbenformen. Ich greife auf die Darstellung in Tabelle 38 zurück. Wir finden im Durchschnitt für Langform 21,53, für Kolbenform 21,47. Aus den Beständen, wo nur Kolbenformen auftreten, erhalten wir als Mittel 21,8. Als relative Ährchenzahl erhalten wir für Langform 2,05, für Kolbenform 2,48; wie zu erwarten war, zeigt sich bei den Kolbenformen eine relativ höhere Ährchenzahl. Ich ziehe daraus den Schluß, daß die Enddichter und Kolbenformen durch Kombination von kurzer Spindellänge, die als Verlustneuheit auftrat ($ssL_sL_sl_vl_v$; $ssL_vl_vl_v$ u. a.) und hoher Ährchenzahl entstanden sind. Ich übersehe nicht, daß gegen solch eine Annahme Einwände verschiedener Art sich machen lassen und möchte daher im folgenden auf einige Bedenken hinweisen.

Bei einer Zusammenstellung der relativen Ährchenzahlen bei Lang- und Kolbenform, wie sie in Tabelle 41 gemacht ist, ergibt sich, daß beide Variationsreihen graphisch dargestellt Kurven ergeben würden, die deutlich in einander übergehen. Es besteht also keine distinkte Grenze, von wo ab die relative Ährchenzahl derart ist, daß Kolbenform eintritt. Es ist besonders auffallend, daß bei einer Ährchenzahl, die innerhalb der Klassenintervalle 2,6—2,7 liegt (die genauen Zahlen sind 2,67 und 2,66), die Langform beibehalten ist. Es geht deutlich daraus hervor, daß also noch andere Faktoren eine Rolle spielen müssen; welch eine entscheidende Bedeutung dabei die Einflüsse der Außenwelt haben können, besprachen wir bereits. Bei dem hier vorliegenden Material kann aber soviel mit Sicherheit gesagt werden: von einer

relativen Ährchenzahl von 2,1—2,2 (auf 1 cm der Spindel bezogen) an, besteht die Möglichkeit zur Bildung von Ährenformen mit dem gespreizten oben dichter werdenden Typus.

Tabelle 41.

at. Ährchenzahl:	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	Mittel
ıgform:		1	—	2	—	4	1	3	—	—	—	2		2,05
benform:							1	2	2	1	1	4	2	2,48

Über das Verhalten des Spelta- und vulgare-Typus nach Bastardierung liegen die verschiedensten Beobachtungen vor. In der Mehrzahl der Fälle wurde wie in vorliegender Kreuzung äußerliche Dominanz des Spelta-Habitus festgestellt. Kolbige Ähren als Bastardierungsnova sind verschiedentlich gefunden, z. B. von Tschermak[1]) (mährischer Landweizen × schwarzer Spelz), Mayer Gmelin[2]) (unbegrannt Spelta × Essexweizen), Malinowski[3]) und Kajanus. Die Auslegungen für die Bildung der verschiedenen Ährenformen weichen sehr voneinander ab. Mayer Gmelin hält die in seinen Kreuzungsnachkommen auftretenden compactum-Formen für echte compactum-Ähren und zieht daraus den Schluß, daß das compactum-Gen kein Hemmungsgen ist. Kajanus tritt dieser Ansicht entgegen und führt die betreffenden dichtjährigen Nachkommen, die nach seiner Meinung vulgare-Formen sind, auf das Fehlen von Längengenen zurück. Diese Auffassung würde sehr gut mit den Ergebnissen der Kolbenformen in vorliegender Kreuzung in Einklang zu bringen sein. Malinowski nimmt bei seiner Spelta-vulgare-Kreuzung ein Gen für Lockerährigkeit des Spelzes und ein solches für Ährchengröße der vulgare-Gruppe, die sich abstoßen, an. Durch Abstoßung dieser Gene erklärt er das Fehlen von dichtährigen Spelta-Formen. Ich schließe mich in diesem Falle der Ansicht von Kajanus an und betrachte den lockeren Bau des Spelta als eine spezifische Wirkung des S-Gens. Von der Auffassung Kajanus weiche ich in der Weise ab, als er für Spelta und vulgare dieselben Gene annimmt, die nur verschieden wirken, je nachdem ob Spelta oder vulgare vorliegt. Ich hielt bei solch relativ fremden Formen,

---

[1]) Fruwirth, Handbuch der landwirtschaftl. Pflanzenzüchtung, Bd. IV.

[2]) Mayer Gmelin, Bastardierung von unbegr. Spelz × braunen Essexweizen. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 1917, Bd. V.

[3]) Malinowski, Weizenbastarde, Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 1914.

wie Spelta und vulgare, eine in jeder Beziehung spezifische Wirkung für wahrscheinlicher und erklärte mir die Spaltungsergebnisse durch die Annahme eines besonderen Spelta- und vulgare-Längengens (L_s und L_v). Eine verschiedene Valenz des Faktors S beobachtete KAJANUS ebenfalls, so daß bei schwächerer Wirkung die Heterozygoten dem vulgare-Habitus mehr oder weniger ähnlich werden konnten.

B. Begrannung.

Die Gruppierung wurde nach denselben Grundsätzen vorgenommen, wie in Kreuzung I und III.

F_1 war unbegrannt. In F_2 trat folgende Aufspaltung ein:

Tabelle 42.

	Unbegrannt	Begrannt	Summe
Gefunden:	47	14	61
Auf K = 4 bezogen . .	3,08	0,918	
mittlere Fehler	± 0,221	—	
D : m = ...	+ 0,362	—	

Es liegt offenbar Spaltung nach dem Pisumtyp vor. Zum Anbau der F_3-Generation wurden 38 unbegrannte und 12 begrannte Individuen ausgelesen. Die begrannten verhielten sich sämtlich rezessiv. Bei den unbegrannten trat in 18 Beständen Aufspaltung ein, während 20 konstant unbegrannte Nachkommenschaften ergaben. Eine Zusammenstellung der heterozygoten Bestände ergibt folgendes Bild:

Tabelle 43.

	Unbegrannt	Begrannt	Summe
Gefunden	528	168	696
auf K = 4 bezogen . .	3,03	0,966	

$m_K = \pm 0{,}065$; D : m + 0,457.

Die in F_3 gefundenen Zahlen zeigen ebenfalls prinzipielle Übereinstimmung mit dem Verhältnis 3 : 1.

Wir können daher für Begrannung dieselben genetischen

Verhältnisse annehmen, die wir bereits in Kreuzung I und III gefunden und eingehend besprochen haben.

Es ist auffallend, daß von den 38 unbegrannten Pflanzen durch die F_3 Analyse sich 20 als HH und 18 als Hh im Genotyp herausstellten. Es konnte erwartet werden, daß sich HH zu Hh verhalten würde wie 1 : 2. Ich führe diese Erscheinung auf Zufall zurück.

C. Beziehung Ährentypus und Begrannung.

Eine Beziehung zwischen Ährentypus und Begrannung ist des öfteren beobachtet worden. Ich erinnere z. B. an die Untersuchungen Lindhards[1]) und Nilson-Ehles[2]), die feste Koppelung zwischen vulgare-Habitus und Grannenlosigkeit einerseits, zwischen speltoides-Habitus und Begrannung andererseits fanden. Auch Kajanus berichtet von einer gegenseitigen Beziehung von spelta-Habitus und Begrannung und vulgare-Habitus und Grannenlosigkeit.

Eine Zusammenstellung von Unbegrannt und Begrannt unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Ährentypus ergibt folgendes Bild:

Tabelle 44.

Bestand	Spelta		vulgare		Summe
	Unbegr.	Begrannt	Unbegr.	Begrannt	
14	9	5	5	—	19
15	10	6	2	—	18
17	15	2	6	1	24
Summe	34	13	13	1	61

Es tritt jetzt die Frage auf, mendelt das Merkmal Begrannung unabhängig vom Ährentyp oder besteht eine gewisse Beziehung? Im ersteren Fall hätten wir das Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 zu erwarten, im andern eine Verteilung, die je nach dem zugrunde liegenden Gametensystem verschieden sein wird. Da die Individuenzahl sehr gering ist, kann meines Erachtens ein unbedingt sicherer Beweis für eine der beiden Annahmen kaum erbracht werden. Auf Grund der Verhältnisse in F_3 besteht die größte Wahrscheinlich-

[1]) Lindhard, Zur Genetik des Weizens. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 1922.

[2]) Nilson-Ehle, Botan. Notiser 1917.

keit, daß eine Beziehung zwischen Ährentyp und Begrannung vorliegt, die dem Gametensystem 1 SH: 2 Sh: 2 sH: lsh entspricht.

Zur Vervollständigung der Darstellung und besseren Veranschaulichung der grundsätzlichen Unterschiede der beiden Spaltungsschemata führe ich sowohl das Spaltungschema bei freier Vererbung auf, als auch dasjenige auf Grund des genannten Gametensystems.

1. Verlauf der Spaltung bei freier Vererbung.

Tabelle 45.

	Spelta				vulgare				
	Unbegr.		Begrannt		Unbegr.		Begrannt		Se.
	34		13		13		1		61
ideal. Verhältnis	9	:	3	:	3	:	1		—
berechnet . .	8,93	:	3,42	:	3,42	:	0,262		
Die betr. mittl. Fehler . . .	± 1,03;		± 0,8;		± 0,8;		0,496		
D : m-Werte:	— 0,076;		+ 0,525;		+ 0,525;		— 1,485		

Die D:m-Werte in + Richtung = 1,05; in — Richtung = 1,56 l. Durch die F_3-Analyse wurde die genotypische Veranlagung in folgender Weise klargestellt:

Tabelle 46.

Genotypen	SSHH	SSHh	SShh	SsHH	SsHh	Sshh	ssHH	ssHh	sshh
Idial. Verh.	1	2	1	2	4	2	1	2	1
gefunden .	1	8	4	10	7	8	9	3	— (nicht aus gelegt)
berechnet .	0,32	2,56	1,28	3,2	2,24	2,56	2,88	0,96	—
m_k . . .	± 0,547	± 0,748	± 0,547	± 0,748	± 0,98	± 0,748	± 0,547	± 0,748	—
D:m-Werte	— 1,24	+ 0,75	+ 0,513	+ 1,605	— 1,8	+ 0,75	+ 3,44	— 1,39	—

Die D : m-Werte = + 6,058; und — 4,43.

2. Verlauf der Aufspaltung auf Grund des Gametensystems 1 SH : 2 Sh : 2 sH : sh.

Tabelle 47.

	Spelta		vulgare		
	Unbegr.	Begrannt	Unbegr.	Begrannt	Se.
gefunden . . .	34	13	13	1	61
Ideal. Verh. . .	19	8	8	1	
berechnet . . .	20,1	7,67	7,67	0,59	
m_k	± 2,3	± 1,92	± 1,92	± 0,76	
D : m	+ 0,478	— 0,172	— 0,172	— 0,54	

Die D : m-Werte = + 0,478 und — 0,884.

Sämtliche gefundenen Werte liegen innerhalb der Fehlergrenzen!

Die erbliche Veranlagung ergibt sich aus Tabelle 48.

Tabelle 48.

Genotypen	SSHH	SSHh	SShh	SsHH	SsHh	Sshh	ssHH	ssHh	sshh
dial. Verh.	1	4	4	4	10	4	4	4	1
efunden .	1	8	4	10	7	8	9	3	— (nicht ausgelegt)
erechnet .	0,72	5,75	2,88	7,2	5,03	5,75	6,47	2,16	—
ak . . .	± 0,836	± 1,6	± 1,6	± 1,6	± 2,28	± 1,16	± 1,16	± 1,16	—
D : m-Werte	— 0,335	+ 1,09	+ 2,0	— 2,18	+ 1,09	+ 1,542	— 1,15		

Die D : m-Werte = + 5,722 und — 4,365.

Ein Vergleich der Abweichungen (D : m-Werte) vom idealen Verhältnis zeigt, daß diese bei dem Schema für freie Vererbung größer sind als bei Annahme einer gegenseitigen Beziehung. Am deutlichsten zeigt sich die Differenz bei den D : m-Werten der Tabellen 45 und 47.

Wenn eine solche Gegenüberstellung der Abweichungen schon dem Spaltungsschema II den Vorzug gibt, so wird die Annahme einer gegenseitigen Beziehung der Gene S und H noch durch eine Beobachtung bekräftigt, die auf folgender theoretischen Annahme basiert: — Unter den Individuen der F_2-Generation finden sich im idealen Fall 10 SsHh-Genotypen. Dieser Genotyp entspricht derselben genetischen Zusammensetzung, wie beim F_1-Bastard. Von diesen 10 SsHh-Genotypen sind 8 durch Sh × sH und 2 durch SH × sh entstanden. Es werden also in den Nachkommenschaften der SsHh-Typen 80% dieselbe Verbindungsweise wie F_1 vertreten und wieder Abstoßung ergeben, 20% dagegen werden eine neue Verbindungsweise zeigen, die der ersten entgegengesetzt gerichtet sein muß und dem Gametensystem 2 SH : 1 Sh : 1 sH : 2 sh entspricht. In F_3 würden also Spaltungsbestände auftreten, die zu 80% Abstoßung zeigen, ferner solche (20%), die auf Koppelung hinweisen. Bei meinem leider nur sehr geringen Material kann natürlich solch eine Harmonie von Theorie und Wirklichkeit nicht erwartet werden, aber doch glaubte ich bei einigen der Spaltungsbestände einen grundverschiedenen Charakter im Spaltungsschema erkennen zu können, weshalb ich diese SsHh-Nachkommenschaften anführe.

Tabelle 49.

Bestand	Spelta		vulgare		Vermuteter Spaltungstyp
	Unbegrannt	Begrannt	Unbegrannt	Begrannt	
14/13	7	8	7	—	?
14/10	7	—	4	1	?
15/3	18	10	6	2	Abstoßung!
15/4	24	8	8	1	„
17/12	22	14	17	—	„
17/13	39	3	24	5	Koppelung?
17/24	15	4	9	8	„[1]) !

Zytologisch ausgedrückt bedeutet diese gefundene Beziehung zwischen den Genen S und H, daß Gen S mit h einerseits und s mit H andererseits in einem Chromosom liegen. Zwischen diesem Chromosom findet ein Austausch der einzelnen Teilstücke statt (Crossing over nach Morgan), so daß auf diese Weise Chromosomen entstehen, die aus Stücken der beiden Ausgangschromosomen zusammengesetzt sind.

D. Ährenfarbe.

Die Spelzenfarbe des Frankensteiners ist weiß, die des Wintergrannenspelzes blaßbraun (13 ic bis 13 lc). Die Gruppierung in braun und weiße Pflanzen bot große Schwierigkeiten, da sich zwischen typisch braun und weiß die verschiedensten Zwischenfärbungen befanden und auch die Ausprägung der Farbe durch den Grad der Ausreifung beeinflußt schien.

F_1 war dem Vater ähnlich. In F_2 wurden unterschieden: 44 braun zu 17 weiß. Offenbar lag das Verhältnis 3 : 1 vor. Die Verteilung der zur Nachzucht benutzten F_2-Individuen hinsichtlich des Farbfaktors war (Farbfaktor = B): 15 BB : 23 Bb : 12 bb.

Diese gefundenen Zahlen entsprechen dem Verhältnis 1 : 2 : 1. Ich bemerke aber noch, daß auch in F_3 eine scharfe Gruppierung nicht möglich war. Ob unifaktorielle Differenz wirklich vorliegt, erscheint hier daher auf Grund der verschiedenen Ausprägung der Farbe sehr zweifelhaft. Ich glaube eher die Aufspaltungsergebnisse mit den Beobachtungen KIESSLINGS und von TSCHERMAKS

[1]) Das Spaltungsverhältnis beim Gametensystem 2 SH : 1 Sh : 1 sH : 2 sh würde sein: 22 : 5 : 5 : 4.

und Nilson-Ehles in Einklang bringen zu dürfen, die die beiden letzten Forscher zur Theorie der „sekundären Nebenwirkung anderweitiger Faktoren" (Nilson-Ehle) oder „selbständiger katalytischer Nebenfaktoren" (v. Tschermak), Kiessling dagegen zur Annahme von Spurenfaktoren führten. Das Verhältnis 3:1 wäre nach Tschermaks Theorie nicht der Beweis monohybrider Bastardierung, sondern nur äußerliche Relation für die Spaltungsverhältnisse 12:4, 48:16 usw., die auf Grund plurifaktoriellen Unterschieds hinsichtlich katalytischer Faktoren neben einem Hauptfaktor (B in diesem Falle) resultieren. Im übrigen verweise ich auf die Ausführungen in Kreuzung II.

E. Beziehung Ährentypus-Ährenfarbe.

F_2 ergab folgende Zusammenstellung:

Tabelle 50.

	Spelta		vulgare		
Bestand	braun	weiß	braun	weiß	Summe
14	11	3	3	2	19
15	11	5	2	—	18
17	14	3	3	4	24
Summe	36	11	8	6	61

Bei freier Vererbung müßte das Verhältnis 9:3:3:1 resultieren. Legen wir dieses Spaltungsschema zugrunde, so erhalten wir auf K = 16 bezogen:

9,45 : 2,88 : 2,1 : 1,57

Die Abweichungen würden, wie schon aus den letzten Zahlen hervorgeht, außerordentlich hoch sein. D : m = + 1,587 und — 1,3. Daß dieses Spaltungsschema vorliegt, scheint mir sehr unwahrscheinlich. Ich nehme Spaltung auf Grund des Gametensystems 2 SB : 1 Sb : 1 sb : 2 sB, also Koppelung von S und B an. Das ideale Verhältnis würde in diesem Falle sein:

Tabelle 51.

	Spelta		vulgare		
	braun	weiß	braun	weiß	Summe
ideal. Verh.	22	5	5	4	36
gefunden	36	11	8	6	61
berechnet	21,3	6,5	4,73	3,54	
m_K	± 2,25	± 1,59	± 1,59	± 1,45	
D : m-Werte	— 0,31	+ 0,943	— 0,170	— 0,317	

D : m = + 0,943 und — 0,797!

Die Übereinstimmung von gefundenen und errechneten Zahlen ist bei der relativ geringen Zahl der Individuen gut, so daß ich mit Bestimmtheit Koppelung annehmen möchte.

Hieraus würden wir für die zytologischen Verhältnisse den Schluß ziehen können, daß sich, ähnlich wie in Abschnitt C, die Gene S für Spelzhabitus und B, Hauptfaktor für Braun, in demselben Chromosom befinden. Ein Unterschied besteht insofern bei dieser Faktorenkoppelung, als bei der Beziehung Ährentypus-Ährenfarbe die dominanten Faktoren im selben Chromosom gelagert sind (S und B), während bei Ährentypus-Begrannung Vorhandensein des einen Faktors mit Fehlen des andern Faktors im selben Chromosom vereinigt ist. Die Ausgangschromosome würden also, schematisch dargestellt, aussehen

für Roter Winter-Wintergrannenspelz = $\overline{|BSh|}$

für Weißer Frankensteiner = $\overline{|bsH|}$

F. Beziehung Ährenfarbe-Begrannung.

Wir haben gesehen, daß die korrelativen Verhältnisse, die wir bislang beobachteten, ihre natürliche Erklärung in der besonderen Lage der betreffenden Gene innerhalb desselben Chromosoms fanden. Hiervon ausgehend erscheint es selbstverständlich daß auch Ährenfarbe und Begrannung in Beziehung zueinander stehen müssen. Es entspricht diese Erscheinung dem mathematischen Gesetz: Sind zwei Größen einer dritten gleich, dann sind sie auch untereinander gleich.

Die Untersuchung ergab:

Tabelle 52.

	Unbegrannt		Begrannt		
	braun	weiß	braun	weiß	Summe
gefunden . .	33	14	11	3	61
ideal. Verh. .	19	8	8	1	36
berechnet . .	19,5	8,25	6,5	1,77	
m_K	$\pm$ 2,3	$\pm$ 1,92	$\pm$ 1,92	$\pm$ 0,76	
D : m-Werte .	+ 0,217	+ 0,13	— 0,782	+ 1,01	

D : m = + 1,357 und — 0,782

Trotz der hohen Abweichungen möchte ich annehmen, daß hier Spaltungsschema auf Grund des Gametensystems 1 BH: 2 Bh :2 bH : 1 bh vorliegt und somit die auf theoretischer Annahme sich ergebende Forderung erfüllt ist. Zu exakteren Unter-

suchungen war leider das Material nicht ausreichend. Ich möchte daher zum Schluß noch einmal betonen, daß infolge des geringeren Materials die Ergebnisse über die Beziehungen der Merkmalspaare zueinander nur fragmentarisch zu bewerten sind und ihnen vorwiegend orientierender Wert beigelegt werden kann. Eine Wiederholung derselben Kreuzung und Bearbeitung unter der besonderen Berücksichtigung dieser Merkmalspaare und ihrer Beziehungen zueinander würde von Nutzen sein.

G. Kornfarbe.

Die Farbe des Kornes beim Wt.-Grannenspelz war rotbraun (13 nc, 17 nc, 17 pc), die des Frankensteiners blaßgelb (08 ga — 08 gc).

In F_1 zeigte sich die Kornfarbe intermediär und die Kornform entsprach der kantigen Gestalt des Spelzkorns. Die Aufspaltung in F_2 war Stufenspaltung von typisch rotbraun bis blaßgelb, beide Extreme waren verbunden durch eine Menge Zwischentönungen, deren Farbton oft nicht präzise definiert werden konnte. Was die Form des Kornes anbetrifft, so war eine deutliche Unterscheidung von Spelta- und vulgare-Korn in der Mehrzahl der Fälle möglich, obwohl innerhalb der Spelta-Gruppe sowohl, als auch bei den vulgare-Körnern die Form variierte. Diese Variabilität stand in fester Beziehung zum Spelzenschluß.

Es wurden bei der Gruppierung grundsätzlich unterschieden zwischen dunkel und hell, indem in die erste Gruppe alle dunkleren Farbtönungen zusammengefaßt wurden. Es wurden gefunden:

Tabelle 53.

	Dunkel		Hell	Summe
	56		5	61
ideal. Verh.	15	:	1	
berechnet	14,7	:	1,31	

$m_K = \pm 0{,}496.$ $D : m = -0{,}605.$

Die Zahlen deuten auf bifaktorielle Differenz hin und ich nehme in Übereinstimmung mit Nilson-Ehle, Kajanus und anderen Forschern 2 gleichsinnige Gene für die rote Kornfarbe des Spelzes an.

H. Beziehung Ährenfarbe-Kornfarbe.

F_6 zeigte folgende Verteilung:

Tabelle 54.

	Braunes Korn		Blaßgelbes Korn		
	braune Spelzen	weiße Spelzen	braune Spelzen	weiße Spelzen	Summe
gefunden	41	15	3	2	61
ideal. Verh. bei freier Vererbung . .	45	15	3	1	64

Es liegt zweifellos unabhängige Vererbung vor.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

1. Ährentypus.

In Kreuzung I (Heils roter glas. Dickkopf × griechischer weißer Sammetweizen) und III (Weißer Frankensteiner × Eckendorfer begr. Dickkopf) traten in F_2 und F_3 die verschiedensten Ährenformen auf. In Kreuzung I wurde Prävalenz des lockeren schmalen Ährentypus beobachtet. Die auftretenden kurzen dichten Formen vererben ihren gleichmäßig dicken Typus konstant. Vorherrschend war der mittellange bis lange an den Vater erinnernde Ährentypus. Typische Square head-Formen wurden nur bei drei Pflanzen beobachtet, die aber nicht konstant waren. In Kreuzung III verlief die Aufspaltung in jeder Beziehung mediär. Der mittellange, gleichmäßig dicke, oben zugespitzte Ährentypus war am zahlreichsten vertreten. Neben diesem Typ befanden sich die verschiedensten Ährenformen als Zwischenformen sowohl Square head-ähnliche (Enddichter) als auch zur Form des Frankensteiners neigende. Die Spindellänge und Ährchenzahl zeigte sich bei beiden Kreuzungen plurifaktoriell bedingt. Hinsichtlich der Spindellänge konnte bifaktorielle Differenz angenommen werden. Die Aufspaltung war in beiden Kreuzungen intermediär, bei Kreuzung I mit geringem Ausschlag zur längeren Spindel und niedrigen Ährchenzahl. In der Kreuzung vulgare × compactum (Kreuzung II) lag für den compactum-Habitus das Gen C vor, das als Hemmungsgen wirkend, die kurze Spindel hervorrief. Bei den Cc-Typen wurde je nach der Veranlagung in bezug auf die Längengene Dominanz oder Prävalenz des compactum-Habitus beobachtet. Als Übergangsformen bei Prävalenz wurden typische

Square head-Ähren aufgefunden. Eine Trennung der CC- von den Cc-Genotypen war auf Grund des Phänotyps nicht möglich. Das Verhältnis von compactum : vulgare war 3 : 1.

Das Gen S bewirkt den Spelz-Habitus und verstärkt die Spelz-Längengene (L_s), auch hemmt es die vulgare Erbfaktoren für höhere Ährchenzahl. Im allgemeinen war Dominanz oder Prävalenz des Spelta-Habitus zu beobachten. Jedoch schien die Valenz des Gen S in einigen Fällen bei den Heterozygoten geschwächt zu sein. Auf diese Weise erklären sich die intermediären und vulgare-ähnlichen Formen. In den Spelta- und vulgare-Beständen lag hinsichtlich der Spindellänge eine größere Variabilität vor als bei den Eltern. Ferner war in den Mittelwerten eine deutliche Verschiebung in der Richtung zur kürzeren Spindel zu erkennen. Die homozygoten-Spelta-Typen hatten die längste Spindel und niedrigste Ährchenzahl, die heterozygoten waren intermediär.

Während sämtliche Pflanzen mit Spelta-Habitus schmale, nach oben sich verjüngende Ähren besaßen, wurden unter den vulgare-Pflanzen neben der Ährenform der Mutter noch mittellange und kurze, gleichmäßig dicke Ähren, ferner Kolbenformen gefunden. Die typischen Square head-Formen und Enddichter sind vermutlich entstanden durch Kombination von kurzer Spindel und hoher Ährchenzahl. Im allgemeinen ist über die Enddichter zu sagen, daß ihr zuweilen spontanes Auftreten, wie z. B. in Kreuzung III, mendelistisch nicht restlos geklärt ist. Ich rechne mit einem Zusammenwirken von äußeren Einflüssen und inneren Erbfaktoren, deren Vererbungs- und Wirkungsweise noch nicht genügend bekannt ist.

2. Begrannung.

Es wurden die Kreuzungen I, III und IV auf das Merkmal Begrannung untersucht. Es resultiert in allen Fällen das Verhältnis 3 : 1. Die Heterozygoten waren meist unbegrannt mit kurzen Grannenspitzen, die bis zur Mitte der Spindel anzutreffen waren. Es handelt sich sicherlich bei den Heterozygoten um eine Schwächung der Wirkung des Hemmungsgens H.

In Kreuzung III zeigten die Heterozygoten typische Mittelbildung und waren deutlich als intermediäre Formen zu erkennen. Das Spaltungsverhältnis war demzufolge 1 : 2 : 1.

3. Behaarung.

Hinsichtlich dieses Merkmals wurde in Kreuzung I und II Vererbung nach dem Pisumtyp gefunden. Behaart dominiert oder prävaliert über glatt. Eine schwächere Behaarung bei den Heterozygoten konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

4. Ahrenfarbe.

In Kreuzung II ließen die Spaltungserscheinungen auf zwei Erbfaktoren für Ausbildung der braunen Spelzenfarbe schließen. Dem Gen B kommt die Hauptrolle zu, während B_1 als Nebenfaktor verstärkende Wirkung ausübt. Ohne Verbindung mit B bewirkt B_1 eine hellbraune Färbung; auch scheint B_1 eine dunklere Zeichnung an den Spelzrändern hervorzurufen. Eine scharfe Gruppierung war wegen der verschiedenen Stärke der Färbung unmöglich, ebenso war die Trennung der B_1b_1-Genotypen von b_1b_1 auf Grund des Phänotyps schwierig.

Kreuzung IV zeigte zwar die Spaltungsverhältnisse bei unifaktorieller Differenz. Trotzdem scheint mir die Differenz in einem Faktor unwahrscheinlich. Ich rechne vielmehr mit der Möglichkeit plurifaktoriellen Unterschieds in katalytischen Faktoren neben einem Hauptfaktor; die Spaltungsverhältnisse werden also in Wirklichkeit 12 : 4 oder 48 : 16 usw. sein.

5. Kornfarbe.

Es wurde in Kreuzung III Monomerie, in Kreuzung IV Dimerie gefunden. Bei der vulgare-Spelta-Kreuzung stand die Form des Kornes in deutlicher Beziehung zu den verschiedenen Übergängen vom Spelta- zum vulgare-Habitus. Die Ausprägung der Kornform, ob kantig wie beim Spelz oder bauchig und rundlich wie bei vulgare, hing ab von den verschiedenen Graden des Spelzenschlusses.

6. Gegenseitige Beziehungen der Merkmalspaare.

a) Ährentypus und Begrannung.

Eine Beziehung konnte nur in Kreuzung IV festgestellt werden. Es lag das Gametensystem vor: 1 SH- : 2 Sh : 2 sH : 1 sh.

b) Ährentypus Behaarung.

Kreuzung II wurde daraufhin untersucht. Beide Merkmalspaare vererben unabhängig voneinander.

c) Ährentypus-Spelzenfarbe.

In Kreuzung II lag freie Vererbung vor. In der vulgare-Spelta-Kreuzung dagegen wurden Koppelungserscheinungen gefunden nach dem Gametensystem 2 SB : 1 Sb : 1 sB : 2 sb.

d) Spelzenfarbe-Begrannung.

Kreuzung IV. Diese Beziehung ergab sich aus den korrelativen Verhältnissen der Gene B und h zu S. (vgl. S. 298).

Literatur.

Ausborn, Mendelistische Weizenbastardierung. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, X, 1924.

Baur, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre, 1922.

Ders., Grundlagen der Pflanzenzüchtung.

Cimbal, Weizenzüchtung. Deutsche landw. Presse, 1892.

Detzel, Über die Ährenformen des Weizens. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1915. Fühlings landw. Ztg., 1914.

Duckart, Faktorenanalyse einer Weizenkreuzung. Diss. Berlin 1922.

Edler, Ährenform des Square head-Weizens. Mitteilung der D. L.-G., 1903.

Ders., Über Ausartungen des Squarehead-Weizens. Ill. landw. Ztg., 1904.

Freemann, Koppelungen quantitativer Eigenschaften. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, Bd. 7, 1920.

Fruwirth, Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Bd. I u. IV.

Goldschmidt, Einführung in die Vererbungswissenschaft.

Ders., Mendelismus.

Henkemeyer, Untersuchungen über die Spaltungen von Weizenbastarden in der F_2- und F_3-Generation. Diss. Göttingen 1915.

Howard, Vererbung einiger Eigenschaften bei Weizen. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1913 u. 1921.

Hummel, Ährenform von Weizen und Roggen. Illustr. landw. Ztg., 1911.

Johannsen, Elemente der exakten Erblichkeitslehre.

Kajanus, Genetische Studien an Weizen. Bibliotheca genetica, 1923.

Ders., Zur Genetik des Weizens. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1912.

Kiessling, Erbanalytische Untersuchungen über die Spelzenfarbe des Weizens. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1914.

Kihara, Zahl und Verhalten der Chromosomen bei einigen Weizen-Bastarden. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1922.

Lindhard. Zur Genetik des Weizens. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1922.

Liebscher, Über Beziehungen, die zwischen Form und Qualität der Ähre von Sqare head existieren. Landw. Presse, 1890.

Liebenberg, Studien über den Weizen. Mitteilung zur Förderung des landw. Versuchswesens in Österreich, 1893.

Mall, Ergebnisse verschiedener Getreidebastardierungen. Deutsche landw. Presse, 1911/12.

Möckel, Über eine Weizen-Spelz-Kreuzung. Diss. Berlin 1922.
Malinowski, Versuche mit Weizenbastarden. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1922.
Ders., Die Weizenbastarde. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1914.
Mayer-Gmelin, Die Bastardierungen von unbegranntem Spelz und braunspelzigem Essexweizen. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, Bd. 5, 1917.
Nilson-Ehle, Winterweizen-Arbeiten in Svalöf. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1913.
Ders., Zur Kenntnis der mit der Keimungsphysiologie des Weizens im Zusammenhang stehenden Faktoren. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1914.
Ders., Über Entstehung scharf abweichender Merkmale aus Kreuzung gleichartiger Formen des Weizens. Ber. d. deutschen Bot. Ges., Bd. 29.
Ohlmer, Über Einfluß der Düngung und Bodenfeuchtigkeit bei gleichem Standraum auf Anlage und Ausbildung der Kolbenformen des Göttinger begrannten Dickkopfs.
Ostwald, Farbschule.
v. Rümker, Beiträge zur Geschichte des Sqare head. Fühlings landw. Ztg., 1893.
Römer, Mendelismus und Bastardierung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Arbeiten der D. L.-G., 1914.
Rimpau, Kreuzungsprodukte landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Landw. Jahrb., 1891.
Sax, Chromosomenbeziehungen bei Weizen. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1923.
Stoll, Spelzweizenkreuzungen. Deutsche landw. Presse, 1899.
v. Seelhorst, Einfluß des Standorts auf die Entwicklung der Getreidearten. Jahrb. der D. L.-G., 1912.
Schindler, Getreidebau.
Strauss, Dominanz und Rezessivität bei Weizenbastarden. Diss. Göttingen.
Tschermak, Züchtung neuer Getreiderassen mittels künstlicher Kreuzung. Zeitschr. f. landw. Versuchswesen in Österreich, 1901.

Untersuchungen über das Ausstreuen des Kalkstickstoffs mit Erde.

Von

E. BLANCK und F. GIESECKE.

Es sind bekanntlich zwei Momente, die der Anwendung des Kalkstickstoffs in der landwirtschaftlichen Praxis immer wieder entgegen stehen und seine Unbeliebtheit erklären. Sie sind einerseits in der Entstehung schädlicher Pflanzenstoffe bei der Umwandlung des Kalkstickstoffs im Boden gegeben und sind andererseits durch die schlechte Streubarkeit des Kalkstickstoffs mit ihren unerwünschten Neben- und Folgeerscheinungen bedingt.

Während man früher fast allgemein der Ansicht zuneigte, daß die schädliche Wirkung des Kalkstickstoffs der Entstehung des Dicyandiamids zuzuschreiben sei, mehren sich in letzter Zeit die Stimmen, die dem Cyanamid, dem wirksamen Stickstoffbestandteil des Kalkstickstoffs, den anfänglich auftretenden schädigenden Einfluß zusprechen. Jedenfalls treten die Schädigungen gleich anfangs bei der Einverleibung des Kalkstickstoffs in den Boden auf, woraus sich denn auch ohne weiteres die Grundregel seiner zeitlichen Anwendung mehrere Tage vor der Einsaat erklärt, da die Bildung von freiem Cyanamid je nach der Art des Bodens bald erlischt, um derjenigen von Harnstoff Platz zu machen. Um nur einige der hier in Frage kommenden Arbeiten zu erwähnen, haben Th. Pfeiffer und W. Simmermacher[1]) dar-

[1]) Th. Pfeiffer und W. Simmermacher, Fühlings Landw. Ztg. 65, 1916, S. 207.

getan, daß das Dicyandiamid auf das Keimleben der Pflanzen keinen nachteiligen Einfluß ausübt, und daß die sich später geltend machende Pflanzenschädigung durch Dicyandiamid dem Umstande einer Nichtverarbeitung des Stickstoffs zu Eiweiß[1]) zuzuschreiben ist, so daß ihnen das Dicyandiamid mehr als ein für die Pflanzen wertloser Ballast, als ein Pflanzengift erscheint. P. Liechti und E. Truninger[2]) haben sodann zu zeigen vermocht, daß dem Dicyandiamid eine Nachwirkung zukommt, da es sich mit der Zeit im Boden zu einem Stickstoffnährstoff für die Pflanze umwandelt, wenn auch der giftige Einfluß reinen Dicyandiamids und dicyandiamidhaltigen Kalkstickstoffs nach ihren Versuchen unter gewissen Verhältnissen nicht bezweifelt werden kann. Schließlich hat R. W. Beling[3]) nachgewiesen, daß von den an der Zusammensetzung des Kalkstickstoffs beteiligten Substanzen das freiwerdende Cyanamid die stärkste Wirkung ausübt, während das so vielfach gefürchtete Dicyandiamid nur in erster Linie der Nitrifikation gefährlich wird. Während dessen Giftwirkung aber erst bei Mengen eintritt, die in der Praxis nie zur Anwendung gelangen, bleibt das Cyanamid nie lange im Boden, sondern setzt sich im allgemeinen sehr schnell in Harnstoff um. Es handelt sich also hier, wie schon einmal dargetan, um einen schädlichen Einfluß, der nur in der ersten Zeit der Gegenwart des Kalkstickstoffs im Boden in Erscheinung tritt.

Die lästigen Erscheinungen, die beim Ausstreuen des Kalkstickstoffs auftreten, hat man in der verschiedensten Weise aufzuheben gesucht, jedoch sind alle Bemühungen nur von mehr oder weniger geringem Erfolg begleitet gewesen. Es sei nur an das Ölen und Körnen des Kalkstickstoffs erinnert, ferner auf das Ausstreuen gemeinsam mit einem Zusatz von Raseneisenstein oder mit Kainit und Thomasmehl oder Kalisalzen oder schließlich mit Torfmull und Sägespänen hingewiesen.

Unter all diesen Verhältnissen erwies es sich von Interesse, ein Verfahren des Ausstreuens zu prüfen, das beiden Umständen, nämlich der Cyanamid- bezw. Dicyandiamid-Bildung und des

---

[1]) Th. Pfeiffer und W. Simmermacher, Landw. Vers.-Stat. 90, 1917, S. 415.

[2]) P. Liechti und E. Truninger, Landw. Jahrb. d. Schweiz 1924.

[3]) R. W. Beling, Landw. Vers.-Stat. 102, 1924, S. 1.

lästigen Stäubens des Kalkstickstoffs Rechnung zu tragen erlaubt, um so mehr als ein ähnliches Verfahren bei kleinbäuerlichen Landwirten oftmals zur Anwendung gelangt,[1]) indem diese den Kalkstickstoff gemeinsam mit Erde ausstreuen.

Ausgehend von dem Tatbestand, daß Cyanamid- bezw. Dicyandiamid-Bildung nur in der ersten Zeit des Verweilens von Kalkstickstoff im Boden auftritt und ihren schädlichen Einfluß geltend machen kann, lief die eine Antwort erheischende Frage darauf hinaus, wann muß der mit Erde vermischte Kalkstickstoff gestreut werden, um keinen schädigenden Einfluß mehr ausüben zu können? Mit anderen Worten, es war unser Ziel, die sich im Boden abspielen müssende schädliche Umwandlung des Kalkstickstoffs sich in einer Bodenprobe vor der Auf- und Unterbringung in den Versuchsboden vollziehen zu lassen, damit sie die Pflanzenkeimung und den Pflanzenwuchs nicht mehr beeinflussen konnte, wobei wir gleichzeitig in der Verabreichung des Kalkstickstoffs mit feuchtem Boden ein Mittel besaßen, das lästige Stauben zu verhindern.

Es liegt aber andererseits auf der Hand, daß eine so einfache Maßnahme wie diese überall in der Praxis leicht ausgeführt werden kann, falls man die Sicherheit besitzt, daß sie den gewünschten Erfolg hat und man weiß, wie lange der Kalkstickstoff mit der Bodenprobe vor dem Ausstreuen gemeinsam zu lagern hat, damit sich die Umwandlung des Kalkstickstoffs in die für die Pflanzen unschädlichen Stickstofformen vollzogen hat.

Infolge dieser Überlegungen gingen wir in unserer Versuchsanstellung folgendermaßen vor. Es wurden 40 ordnungsgemäß beschaffene Zinkvegetationsgefäße von 34 cm Höhe und 24 cm Durchmesser mit je 15 kg eines naturfeuchten Lehmbodens von 17 % Feuchtigkeitsgehalt, der mit Grunddüngung versehen worden war, beschickt. 20 dieser Gefäße erhielten den Kalkstickstoff in je 2 weiteren kg des naturfeuchten Bodens, die als Oberschicht dem Boden auflagerten, zugesetzt, so daß im ganzen 17 kg (= 14,11 kg getrockneten Bodens) in einem jeden Gefäß vorhanden waren, von denen aber nur die Oberschicht den Kalkstickstoff innig vermischt enthielt. Jedoch allen 20 Gefäßen wurde ihr

[1]) Vgl. H. Lipschütz, Erfahrungen mit Kalkstickstoff. Wien u. Leipzig. 1921. S. 12.

N nicht zu gleicher Zeit verabreicht, sondern je eine Serie von 4 Gefäßen erhielt denselben 24, eine andere 12, eine dritte 8 und die vierte 4 Tage vor der Einsaat des als Versuchspflanze dienenden Hafers, während die letzten 4 Töpfe den Kalkstickstoff unmittelbar vor der Einsaat verabfolgt bekamen. Bei den übrigen 20 Gefäßen wurde in gleicher Weise vorgegangen, aber die 2 kg Boden, die den Kalkstickstoff zugemischt erhalten hatten, wurden den Vegetationsgefäßen nicht unmittelbar als Oberschicht einverleibt, sondern sie wurden außerhalb der Vegetationsgefäße in einem mäßig dunklen Raum unter Innehaltung ihres Feuchtigkeitsgrades aufbewahrt und erst am Tage der Hafereinsaat den Vegetationsgefäßen zugeführt. Die Umsetzung des Kalkstickstoffs vollzog sich hier also außerhalb der Gefäße. Demzufolge gestaltete sich die schematisch zum Ausdruck gebrachte Versuchsanordnung in nachstehend wiedergegebener Form.

Nr. der Gefäße	Verabfolgung der Kalkstickstoffgabe	Ort der Umwandlung des Kalkstickstoffs
1—4	am Tage der Einsaat	im Vegetationsgefäß in der obersten Bodenschicht
5—8	desgl.	außerhalb des Vegetationsgefäßes
9—12	4 Tage vor der Einsaat	im Vegetationsgefäß in der obersten Bodenschicht
13—16	desgl.	außerhalb des Vegetationsgefäßes
17—20	8 Tage vor der Einsaat	im Vegetationsgefäß in der obersten Bodenschicht
21—24	desgl.	außerhalb des Vegetationsgefäßes
25—28	12 Tage vor der Einsaat	im Vegetationsgefäß in der obersten Bodenschicht
29—32	desgl.	außerhalb des Vegetationsgefäßes
33—36	24 Tage vor der Einsaat	im Vegetationsgefäß in der obersten Bodenschicht
37—40	desgl.	außerhalb des Vegetationsgefäßes

Als Grunddüngung wurden je Gefäß 3 g K_2O in der Form von K_2SO_4, 2,5 g P_2O_5 als $CaHPO_4$, 0,2 g $MgCl_2$ und ein wenig $FeCl_3$ verabfolgt, die Kalkstickstoffdüngung war auf 1,8 g N bemessen.

Der von uns benutzte Kalkstickstoff enthielt laut Analyse 19,25% Ges.-N, davon waren 0,42% als Dicyandiamid-, 0,21

als Cyanamid- und 0,0015% als NH_3-N, zugegen. Wir verdanken ihn, ebenso wie den benutzten Boden, der Liebenswürdigkeit des Herrn Rittergutspächters Wecken, dem wir auch an dieser Stelle unseren Dank für sein freundliches Entgegenkommen zum Ausdruck bringen möchten.

Als Versuchsboden diente ein kalkiger Lehmboden von Jühnde aus der Umgebung südöstlich von Göttingen, er wird durch nachstehende Untersuchungen in seiner Beschaffenheit und seinen Eigenschaften gekennzeichnet.

Schlämmalyse nach Atterberg[1])

Feuchtigkeit	Grober Sand	Feinsand	Mehlsand	grob. Schluff	fein. Schluff	Rohton
	2,0—0,2	0,2—0,06	0.06—0,02	0,02—0,006	0,006—0,002	0,002 mm
15,65	12,32%	6,96%	25,30%	13,19%	7,94%	18,26%

Salzsäure-Auszug (50 g Boden wurden mit 250 ccm 10%iger HCl während der Zeitdauer von 4 Stunden am Rückflußkühler auf dem lebhaft siedenden Wasserbade behandelt).

In % des lufttrockenen Bodens.

SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	CO_2
0,48	4,21	8,13	10,15	2,21	0,48	0,19	0,30	9,61

Gehalt an Gesamt-N = 0,055%
Gehalt an NH_3-N = 0,015%

Wasserkapazität 36,5
Hygroskopizität 8,13
Wassergehalt 17,00

Nach diesen Befunden handelt es sich um einen Boden, der für unsere Zwecke als recht geeignet angesehen werden dürfte, da er bei gleichzeitig geringem N-Gehalt und reichlichen Mengen an Kalk und Eisen sehr günstige Bedingungen für den Umsatz des Kalkstickstoffs versprach und auch im Gehalt an K_2O und P_2O_5 sowie in seinen physikalischen Eigenschaften günstig ausgestattet erschien. Um nun aber einen Anhalt für den Fortschritt der Umwandlung des Kalkstickstoffs in unserem Boden zu besitzen, wurde in gesonderten Proben, die in gleicher Weise zur Aufbewahrung gelangten, als die mit Kalkstickstoff versehenen 2 kg Bodenmengen außerhalb der Vegetationsgefäße, die Menge des an den Tagen der Überführung des Kalkstickstoffs in

[1]) Alle Werte sind stets das Mittel von 2 gut übereinstimmenden Analysen. Dort aber, wo die wahrscheinliche Schwankung beigefügt ist, handelt es sich um mindestens 3 Einzelbestimmungen.

die Vegetationsgefäße gebildeten NH_3-N bestimmt und durch Kontrolle des Gesamt-N-Gehaltes zu diesen Zeiten ein etwaiger Verlust an N zu ermitteln gesucht.

Zu diesem Zwecke wurden Stehkolben von 500 ccm Inhalt mit je 50 g gleichfeuchten Bodens wie im Falle der Vegetationsversuche und mit je 0,233 g Kalkstickstoff vorschriftsmäßig beschickt, mit Wattepfropfen verschlossen und in einem mäßig dunklen Raum aufbewahrt. Die gereichte Menge von 0,233 g Kalkstickstoff entsprach, da sie 0,045 g N enthielt, der in der 2 kg-Bodenprobe für die Vegetationsgefäße vorhandenen Kalkstickstoffmenge. Der Wassergehalt wurde auch hier auf 17% gehalten und die Untersuchung auf NH_3-N und Gesamt-N, die an den durch den Vegetationsplan vorgezeichneten Tagen erfolgte, wurde mit dem Inhalt von je drei Kolben durchgeführt.

Ein größerer Verlust an N aus dem Kalkstickstoff ist während der 24 tägigen Versuchszeit bezw. Aufbewahrungsdauer im Boden nicht eingetreten, denn es sind nur $1{,}44 \pm 0{,}22$ mg N von 45 mg, d. h. 3,2% verloren gegangen, und es hat sich dieser Verlust auch erst nach 16 Tagen eingestellt, wie es die nachstehende Übersicht erkennen läßt.

Gesamt-N-Gehalt in 50 g Boden in mg.

	mit Kalkstickstoff	ohne Kalkstickstoff
am Anfang	$67{,}83 \pm 0{,}10$	$24{,}22 \pm 0{,}03$
nach 4 Tagen	$67{,}61 \pm 0{,}43$	—
„ 8 „	$68{,}01 \pm 0{,}26$	—
„ 12 „	$67{,}67 \pm 0{,}18$	—
„ 16 „	$66.24 \pm 0{,}20$	—
„ 20 „	$66{,}35 \pm 0{,}10$	—
„ 24 „	$66{,}39 \pm 0{,}19$	$24{,}18 \pm 0{,}05$

Die Umwandlung des Kalkstickstoffs in Ammoniakstickstoff verlief dagegen recht gleichmäßig, langsam fortschreitend, wie aus folgenden Befunden ersichtlich ist.

Ammoniakabspaltung aus 50 g Boden in mg:

	mit Kalkstickstoff	ohne Kalkstickstoff
am Anfang	$1{,}08 \pm 0{,}06$	$0{,}73 \pm 0{,}000$
nach 4 Tagen	$7{,}40 \pm 0{,}06$	—
nach 8 Tagen	$14.07 \pm 0{,}03$	—
nach 12 Tagen	$14{,}44 \pm 0{,}02$	—
nach 16 Tagen	$15{,}16 \pm 0{,}10$	—
nach 20 Tagen	$17{,}86 \pm 0{,}23$	—
nach 24 Tagen	$23{,}76 \pm 0{,}05$	$0{,}67 \pm 0{,}002$

Es würden also unter den Bedingungen der Kalkstickstoffzufuhr bei unserem Vegetationsversuch am Tage der Einsaat etwa 1% Ammoniak abgespalten worden sein, während nach 4tägiger Vorbehandlung mit Boden 15% nach 8- und 12tätiger Vorbehandlung ca. 30% und nach 24tätigem Verweilen des Kalkstickstoffs im Boden rund 51% des Gesamtstickstoffs in Ammoniak umgebildet worden sind.

Die Aussaat von je 24 Haferkörnern (Beseler II) wurde am 8. April 25 vorgenommen und der Auflauf erfolgte sehr unregelmäßig vom 17. des Monats an. Die Zahl der gekeimten Körner war auf den einzelnen Töpfen verschieden, jedoch gingen sie mit fast voller Keimfähigkeit auf den Gefäßen 37—40 und 33—36 am 17. April auf, während die Körner aller übrigen Töpfe eine mehr oder weniger größere Schädigung erlitten hatten. Diese Schädigung war auf den Gefäßen, die den Kalkstickstoff im Vegetationsgefäß erhalten hatten, größer als auf denjenigen, die den in der gesonderten Bodenmenge umgewandelten Kalkstickstoff zugesetzt bekommen hatten. Auf Topf Nr. 1 gingen sogar nur zwei Körner auf. Da der schädigende bezw. begünstigende Einfluß des Ausstreuens mit Erde durch den Vegetationsversuch geprüft werden sollte, so mußte selbstverständlicherweise von einer Vereinzelung der aufgegangenen Haferpflanzen abgesehen werden. Den gleichmäßigen Ausgangspunkt bildeten somit die jedem Gefäß gleichmäßig verabreichten 24 Haferkörner.

Von sonstigen Vegetationsnotizen seien folgende hervorgehoben: In der ersten Zeit zeigen alle aufgelaufenen Haferpflänzchen bis auf diejenigen der Gefäße 1—4, 5—8 und 9—12, die weiße Blattspitzen aufweisen, ein normales Aussehen und Wachstum. Besagte Schädigung läßt sich auch noch am 24. Mai auf den Töpfen 17—20 und 25—28 erkennen. Ferner bleiben die Pflanzen auf den Gefäßen, die den Stickstoff ungetrennt obenauf erhalten haben, gegen die andern zurück, und am 8. Mai ergibt sich als Allgemeinbild, daß das Wachstum der Pflanzen stufenweise in der Reihenfolge 1—4 bis 37—40 gesteigert ist, wobei allerdings zu bemerken ist, daß die früher gemachten Feststellungen bestehen bleiben. Diese lassen sich überhaupt durch die ganze Vegetationsperiode hindurch verfolgen, wenn sie sich auch manchmal etwas verwischen. Die Bestockung beginnt am 8. Mai auf den Gefäßen 37—40, sie fällt auf den anderen

Töpfen sehr verschieden aus und zieht sich sehr lange hin, denn auf den Gefäßen 2—4 tritt sie erst am 12. Mai auf, während sie auf Gefäß Nr. 1 sogar erst am 15. Mai erscheint. Ein ebenso unregelmäßiges Bild bietet die Rispenbildung, die am 11. Juni auf den Gefäßen 33—36 beginnt, überhaupt stellt sich die Rispenbildung bei den mit Stickstoff obenauf gedüngten Gefäßen fast durchweg um einen Tag früher ein, als auf den mit „umgewandelten" Kalkstickstoff versehenen Töpfen. Sie zeigt sich auf Topf 2—4 erst am 25. Juni, auf Topf Nr. 1 sogar erst am 29. desselben Monats. Dieser Topf ist überhaupt während des ganzen Versuches, von der Keimung bis zur Ernte, hinter den anderen weit zurück, was auf eine besonders starke Schädigung der Keimkörner durch den Kalkstickstoff zurückzuführen ist. Am 30. Juni beginnt der Hafer auf den Gefäßen 33—36 zu blühen, auch bei der Blüte fällt wieder die schon hervorgehobene Unregelmäßigkeit auf. Gleiches gilt für die Reife des Hafers, zuerst stellt sie sich auf 33—36 ein und zuletzt auf den Töpfen 2—4, während auf Gefäß Nr. 1 noch am 22. Juli, dem Tage der Ernte, die Pflanzen grünlich erscheinen. Zu bemerken ist ferner, daß alle Pflanzen, die den Kalkstickstoff nach der Vorbehandlung mit Erde erhalten haben, 2—3 Tage länger grün bleiben als die übrigen nicht so behandelten Pflanzen, bei denen die Rotfärbung der unteren Stengelglieder und das Gelbwerden der Blätter früher eintritt.

Trotz der gekennzeichneten Verschiedenheiten im Wachstum und in der Reife der einzelnen Versuchspflanzen wurde die Ernte auf allen Gefäßen gleichzeitig am 22. Juli vorgenommen, sie ergab auf Trockensubstanzmasse berechnet nachstehendes Resultat. Wir haben dabei die vielleicht naheliegende Ausschaltung des Gefäßes Nr. 1 nicht vorgenommen, und zwar aus dem Grunde nicht, weil uns jeder schädigende Einfluß der sofortigen Zufuhr des Kalkstickstoffs als Grundlage unserer Untersuchungen dienen mußte. Die hier auftretende hohe wahrscheinliche Schwankung, die nur in einer der sonstigen Versuchsreihen wiederkehrt, ist allein auf den Ausfall der Ernte auf Gefäß Nr. 1 zurückzuführen, denn bei Ausschaltung des Gefäßes würden die Trockensubstanzerträge an Korn, Stroh und Gesamtmasse mit ihren zugehörigen wahrscheinlichen Schwankungen $31{,}53 \pm 0{,}59$ bezw. $58{,}93 \pm 0{,}66$ und $90{,}46 \pm 0{,}88$ lauten.

Gefäß Nr.	Kalkstickstoffgabe und der Ort der N-Umwandlung	Geerntete Trockensubstanz in g		
		an Korn	an Stroh	an Gesamtmasse
1— 4 . .	am gleichen Tage der Einsaat im Vegetationsgefäß	28,18 ± 2,45	54,26 ± 3,42	82,44 ± 5,87
5— 8 . .	am gleichen Tage der Einsaat mit 2 kg Boden vermischt zugegeben . . .	42,99 ± 1,41	63,65 ± 1,39	106,64 ± 1,98
9—12 . .	4 Tage vor der Einsaat im Vegetationsgefäß . . .	37,05 ± 1,74	60,75 ± 1,60	97,80 ± 2,37
13—16 . .	4 Tage vor der Einsaat nach Umwandlung in 2 kg Boden	43,92 ± 2,49	70,74 ± 1,50	114,66 ± 2,90
17—20 . .	8 Tage vor der Einsaat im Vegetationsgefäß . .	44,05 ± 0,68	62,34 ± 0,84	106,39 ± 1,08
21—24 . .	8 Tage vor der Einsaat nach Umwandlung in 2 kg Boden	46,89 ± 1,56	74,83 ± 0,59	121,72 ± 1,67
25—28 . .	12 Tage vor der Einsaat im Vegetationsgefäß . .	50,43 ± 0,70	64,58 ± 1,19	115,01 ± 1,38
29—32 . .	12 Tage vor der Einsaat nach Umwandlung in 2 kg Boden	50,68 ± 1,41	75,57 ± 0,69	126,25 ± 1,57
33—36 . .	24 Tage vor der Einsaat im Vegetationsgefäß . .	52,99 ± 0,59	65,16 ± 0,41	118,15 ± 0,72
37—40 . .	24 Tage vor der Einsaat nach Umwandlung in 2 kg Boden	54,64 ± 1,06	79,49 ± 0,84	134,13 ± 1,35

Betrachten wir diese Zahlenergebnisse, so fällt uns ohne weiteres die schon bekannte Feststellung auf, daß die Ernte um so mehr erhöht wird, je früher das Ausstreuen des Kalkstickstoffs geschieht, aber andererseits tritt auch unverkennbar in Erscheinung, daß das vorherige Vermischen des Kalkstickstoffs mit Erdboden in allen Fällen noch günstiger in gedachter Richtung wirkt, wie dies besonders auch aus nachstehender Übersicht hervorgeht, indem wir die Erntedifferenzen beider Maßnahmen der Aufbringung des Kalkstickstoffs zur Wiedergabe bringen.

Mehrerträge in Gramm durch vorherige Umwandlung des Kalkstickstoffs im Boden wurden erzielt:

	an Korn	an Stroh	an Gesamtmasse
Beim Ausstreuen am Tage der Einsaat	14,81 ± 2,83	9,39 ± 3,70	24,20 ± 6,20
desgl. 4 Tage vor der Saat	6,87 ± 3,04	9,99 ± 2,19	16,86 ± 3,75
„ 8 „ „ „ „	2,84 ± 1,70	12,49 ± 1,02	15,33 ± 1,99
„ 12 „ „ „ „	0,25 ± 1,57	10,99 ± 1,37	11,24 ± 2,09
„ 24 „ „ „ „	1,65 ± 1,21	14,33 ± 0,93	15,98 ± 1,53

Ziehen wir allerdings den Ausfall der den Befunden anhaftenden wahrscheinlichen Schwankungen zu Rate, so müssen wir zugeben, daß zwar für die Erhöhung des Körnerertrages mit Ausnahme des Falles der Aufbringung am Saattage keine zuverlässige Sicherstellung erwiesen worden ist, wohl aber besteht eine solche für den Strohertrag mit Ausnahme eines einzigen Falles und ferner erweist sich allerseits eine Sicherstellung für die Menge der mehrgeernteten Trockensubstanzmasse. Mit anderen Worten das vorherige Vermischen des Kalkstickstoffs mit Erde und ein Lagernlassen dieses Gemisches zum Zweck der Umwandlung des Kalkstickstoffs mit nachfolgendem Ausstreuen dieses Gemisches mehrere Tage vor der Einsaat hat den Ernteertrag nicht unbeträchtlich vermehrt. Wir dürfen daraus den Schluß ableiten, daß die die schädlichen Stoffe hervorrufende Umsetzung des Kalkstickstoffs schon innerhalb kurzer Zeit im Boden verläuft, und daß der auf diese Weise dem Boden gereichte Kalkstickstoff die schädlichen Giftstoffe Cyanamid und Dicyandiamid in unschädliche Stoffe umgesetzt enthält.

Falls sich diese Folgerung stichhaltig erweist, muß aber auch die Ausnutzung des Stickstoffs im Kalkstickstoff bei der von uns geprüften Maßnahme des Aufbringens eine bessere gewesen sein, als wenn der Kalkstickstoff dem zur Pflanzenkultur dienenden Boden unmittelbar zur Verfügung gestellt wurde. Um auch dieses zu entscheiden, haben wir den Stickstoffgehalt der Ernte bestimmt, da wir jedoch infolge des Fehlens von nicht mit Stickstoff gedüngten Gefäßen keinen Aufschluß über die Ausnutzung des Bodenstickstoffs durch die Haferpflanze erhalten konnten, so besitzen die von uns ermittelten Zahlenwerte für die Ausnutzung des Kalkstickstoffs unter den verschiedenen Maßnahmen der Anwendung bezw. Aufbringung nur relative Gültigkeit. Diese genügt aber vollkommen, um den Wirkungswert des Kalkstickstoffs unter den beiden Bedingungen des verschiedenen Ausstreuens darzutun.

Gefäß Nr.	Kalkstickstoffgabe und der Ort der N-Umwandlung	Korn %	Stroh %	Korn g	Stroh g	Gesamternte
1—4	am gleichen Tage der Einsaat im Vegetationsgefäß	2,150 ± 0,020	0,725 ± 0,06	0,61	0,39	1,00
5—8	am gleichen Tage der Einsaat mit 2 kg Boden vermischt gegeben . . .	2,048 ± 0,004	0,671 ± 0,006	0,88	0,43	1,31
9—12	4 Tage vor der Einsaat im Vegetationsgefäß . . .	1,834 ± 0,016	0,769 ± 0,008	0,68	0,47	1,15
13—14	4 Tage vor der Einaat nach Umwandl. in 2 kg Boden	2,000 ± 0,006	0,667 ± 0,008	0,88	0,47	1,35
15—20	8 Tage vor der Einsaat im Vegetationsgefäß . . .	1,785 ± 0,010	0,691 ± 0,010	0,79	0,43	1,22
21—24	8 Tage vor der Einsaat nach Umwandl. in 2 kg Boden	1,912 ± 0,011	0,569 ± 0,006	0,90	0,43	1,33
25—28	12 Tage vor der Einsaat im Vegetationsgefäß . . .	1,678 ± 0,006	0,623 ± 0,003	0,85	0,40	1,25
29—32	12 Tage v. d. Einsaat n. Umwandlung in 2 kg Boden	1,747 ± 0,004	0,628 ± 0,008	0,89	0,47	1,36
33—36	24 Tage vor der Einsaat im Vegetationsgefäß . . .	1,606 ± 0,012	0,681 ± 0,008	0,85	0,44	1,29
37—40	24 Tage vor der Einsaat n. Umwandl. in 2 kg Boden	1,761 ± 0,019	0,565 ± 0,008	0,96	0,45	1,39

Berechnen wir aus diesen Zahlenwerten die prozentuale Ausnutzung des Kalkstickstoff-Stickstoffs ohne Berücksichtigung der Ausnutzung des Bodenstickstoffs, was aber im vorliegenden Fall als gegenstandslos zu bezeichnen ist, da letzterer als stets gleichmäßig ausgenutzt angenommen werden darf, so ergeben sich folgende Ausnutzungswerte:

Kalkstickstoff gegeben	Im Vegetationsgefäß %	Nach Vorbehandlung im Boden %
beim Ausstreuen am Tage der Saat .	55,6	72,8
desgl. 4 Tage vor der Saat	63,9	75,0
„ 8 „ „ „ „	67,8	73,9
„ 12 „ „ „ „	69,4	75,6
„ 24 „ „ „ „	71,7	77,2
Mittel	65,68 ± 2.02	74,90 ± 0,53
Differenz	9,22 ± 2,09	

Auch diese Zahlen lehren eine zunehmende Ausnutzung des Stickstoffs mit wachsender Zeitdauer des Ausstreuens vor der

Saat, und zwar ist dies in beiden Fällen der Aufbringungsart deutlich ersichtlich. Jedoch bei der Vorbehandlung des Kalkstickstoffs mit Erdboden erweist sich die Ausnutzungshöhe schon von Anfang an beträchtlich vermehrt, denn der Höchstwert der Ausnutzung des Kalkstickstoffs bei seiner direkten Zugabe zum Boden, der erst dann, wenn der Kalkstickstoff 24 Tage vor der Einsaat erfolgt, erreicht wird, kommt dem niedrigsten Wert bei der Kalkstickstoffvorbehandlung erst gerade nahe. Die Unterschiede in der Ausnutzung des Stickstoffs stellen sich zu: 17,2 bezw. 11,1, 6,2 und 5,5, d. h. sie nehmen mit der Größe des Zeitintervalles zwischen Stickstoffzufuhr und Einsaat progressiv ab, was nach den schon bekannten Tatsachen über die Wirkung des Kalkstickstoffs als völlig zutreffend und erklärlich angesehen werden muß, denn der günstige Einfluß der Vorbehandlung des Kalkstickstoffs mit Boden macht sich schon frühzeitig geltend, da die Umwandlung seines Stickstoffes in giftige Stickstoffverbindungen und deren Umsetzung in schädliche Formen sehr schnell im Boden verläuft. Man erkennt also aus diesen Ermittlungen wie auch aus den Ergebnissen unseres gesamten Versuches, daß die schädliche Einwirkung des Kalkstickstoffs auf die Pflanzen herabgedrückt wird, wenn man den Kalkstickstoff mit Boden vermischt ausstreut, ja man kann in diesem Fall auch sogar um einige Tage später vor der Einsaat ausstreuen, ohne besonders gefährliche Folgen befürchten zu müssen, ganz abgesehen davon, daß das lästige Stäuben des Kalkstickstoffs auf diese Weise ebenfalls vermieden wird.

Wir hoffen im kommenden Jahre Feldversuche ausführen zu können, die unsere Versuche in Gefäßen erweitern und Aufschluß darüber bringen sollen, in welcher Weise eine für die Praxis zweckmäßige Anwendung des Ausstreuens von mit Boden vorbehandeltem Kalkstickstoff möglich ist.

Göttingen, im August 1925.

Bücherbesprechungen.

Unkräuter von Dr. Franz Duysen †, Honorardozent a. d. landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, bearbeitet von Eduard Egglhuber. Mit 59 Textabbildungen von Dr. Fritz Hauchecorne. Berlin und Leipzig, Walter de Gruyter & Co., 1925. 114 S.

Das vorliegende Heft ist das zweite der Bücherei für Landwirte, herausgegeben von Professor Dr. Hans v. Lengerken. Es enthält eine ganz kurze Beschreibung des Aussehens, des Vorkommens, des Schadens und der Bekämpfung von 112 Unkräutern. Die hauptsächlichsten etwas ausführlicher behandelten Unkräuter sind durch schwarze Abbildung dargestellt. Für eine neue Auflage würde ich empfehlen die Abbildungen zum Teil größer und dadurch deutlicher am besten auch koloriert zu geben und die Bekämpfungsmaßregeln ausführlicher zu schildern. Ich würde es auch für angezeigt halten, in einem besonderen Kapitel die für die Unkrautbekämpfung in Frage kommenden Maßnahmen zusammenhängend ausführlicher zu besprechen. Bei Abhandlung der einzelnen Unkräuter könnte dann eventuell unter Hinzufügung von besonderen für diese in Betracht kommenden Bekämpfungsmaßnahmen, hierauf verwiesen werden. v. Seelhorst.

Die Zweckmäßigkeit der Futtergaben an Milchvieh in landwirtschaftlichen Klein-, Mittel- und Großbetrieben. Von Kurt Miosge. Landwirtschaftliche Forschungen. 3. Reihe: Tierzucht. 1. Heft. Berlin SW. 11, Verlag von Paul Parey. Preis Rm. 5,—.

Die Tierzuchtreihe der Landwirtschaftlichen Forschungen, welche als Sonderausgabe der Landwirtschaftlichen Jahrbücher erscheint, beginnt mit einer inhaltsreichen und interessanten Arbeit von Kurt Miosge. Er hat in 13 landwirtschaftlichen Betrieben Mittelschlesiens die Futtergaben an Milchvieh geprüft. Die Zeit vom Sommer 21 bis zum Sommer 22 war verhältnismäßig ungünstig, zumal auch eine schlechte Futterernte hineinspielt. Trotzdem ist die Arbeit ergebnisreich und ganz besonders um der Methode willen bemerkenswert. Seit reichlich zwei Menschenaltern werden theoretische, gut begründete Ratschläge über die Fütterung von Milchvieh gegeben. Seit 30 Jahren sind Normen und Anweisungen über Leistungsfütterung vorhanden. Es ist deshalb von Wichtigkeit, festzustellen, wie weit in die landwirtschaftliche Praxis diese Erfahrungen und Ratschläge eingedrungen sind. Das Ergebnis ist niederschlagend. Die Fütterungsnormen sind, wie der Verfasser in der Zusammenfassung feststellt, vielfach, namentlich in kleineren Betrieben, unbekannt oder unverstanden Meist erfolgt die Fütterung rein willkürlich und gewohnheitsmäßig. Fütterung nach Leistung wird nur in verhältnismäßig wenigen Fällen geübt. Auch die

größeren und größten Betriebe füttern noch nicht musterhaft. Die kleineren Betriebe zeigen Verhältnisse, wie sie zur Zeit von Albrecht Thaer für richtig gehalten wurden. Ein Teil der Aufnahmen ermittelt, außer Milchmenge und Fettgehalt der Milch auch das Lebendgewicht der Tiere. In allen Fällen wird die Menge des Futters zwei Tage, oder wenigstens einen Tag, gewogen, und solche Ermittlungen sind 4—5mal im Laufe des Jahres wiederholt worden. Bei einem Teil hat sich der Verfasser sogar die Mühe genommen, die Futtermittel zu analysieren. Er hat ganz recht daran getan, diese Analysen schließlich nicht allgemein durchzuführen, denn das, was sich ergeben hat, läßt sich an den Mittelzahlen ebenfalls berechnen. Es sind 3 Güter von 5—25 ha, 3 von 25—100 ha, 4 von 100—250 ha und schließlich 3 Güter mit 250 und erheblich mehr Hektar untersucht worden. Naturgemäß zeigt sich eine Aufbesserung je größer das Gut ist.

Man kann das Agrikulturchemische Institut Breslau zu dieser Unternehmung beglückwünschen, und es dürfte lohnen, ähnliche Erhebungen zu wiederholen. Für diesen Fall empfiehlt es sich vielleicht da, wo die Fütterung nur an einer kleinen Anzahl von Kühen (etwa 5 Stück) kontrolliert wird, die Tiere so auszuwählen, daß sie eine ganze Laktation hindurch beobachtet werden. Wenn dann Milchmenge und Lebendgewicht ermittelt werden, läßt sich besser, als es in der vorliegenden Arbeit möglich ist, die Wirkung des Futters und der Futterveränderungen, sowie der Zusammenhang zwischen Milchabnahme und Bewegung des Lebendgewichts ermitteln. Für die Ratgebung sind solche Arbeiten von unschätzbarem Wert. Eine übersichtliche Darstellung, welche die Hauptergebnisse enthält, sollte von allen landwirtschaftlichen Wanderlehrern der Provinz gelesen werden. F. Lehmann.

The animal as a converter of Matter and energy. Von Henry Prentiss Armsby und C. Robert Moulton. New York 1925.

Das Werk ist eine Veröffentlichung der amerikanischen Chemical Society. Es ist von dem bekannten Direktor des Instituts für Tierernährung in Pennsylvania Professor Armsby begonnen, und nach dem leider allzu früh erfolgten Tode desselben von seinem Schüler und Mitarbeiter Moulton, Professor für Agrikulturchemie an der Universität Missouri, beendet worden. Trotz dieses Übergangs in die Hand des Nachfolgers ist das Werk wie aus einem Guß. Es behandelt in gründlicher und kritischer Weise den tierischen Stoff- und Energieumsatz, und zwar ausschließlich den der landwirtschaftlichen Nutztiere. Nach einer kurzen Schilderung der Nährstoffe und der Methoden der Futteranalyse wird im zweiten Kapitel die Zusammensetzung von Fleisch, Knochen und Fett, sowie die Zusammensetzung ganzer Tiere behandelt. Außerordentlich wertvoll für Deutschland ist die große Menge von Zahlen, welche über die Zusammensetzung ganzer Körper, auf Grund von amerikanischen Schlachtversuchen, angegeben werden. Viele davon sind in Deutschland noch nicht bekannt. Ganz besondere Aufmerksamkeit verdienen S. 40 usw. die Zahlen, welche von Moulton und seinen Mitarbeitern selbst herrühren. Das Kapitel gibt eine gute Übersicht der Tierkörper, sowohl nach den Hauptbestandteilen, Fett, fettfreiem Körper und Asche, als auch bezüglich der Elementarzusammensetzung der einzelnen organischen Bestandteile. Ebenso wird die Zusammensetzung der Milch und der Eier behandelt. Weitere Kapitel schildern in kürzester und

klarer Form die Verdauung und Resorption der Nährstoffe, und enden in einem Beispiel des Verdauungsversuches, bei welcher Gelegenheit die Fragen über die Berechnung der verdaulichen Stickstoffsubstanz in ähnlicher Weise diskutiert werden, wie es in Deutschland oftmals geschehen ist.

Der tierische Stoffwechsel wird im ganzen und im einzelnen zunächst in der Übersicht geschildert. Die Fragen über Entstehung und Oxydation des Fettes werden in ähnlicher Weise behandelt, wie wir es aus dem Lehrbuch von Kellner kennen.

Sehr wichtig und den Hauptinhalt des Werkes bildend, ist der zweite Teil, der die quantitativen Verhältnisse des Stoff- und Energieumsatzes behandelt. Hier sind in sorgfältigster und kritischster Weise alle Ergebnisse, die in Deutschland gefunden, dazu aber die dänischen und ganz besonders die nordamerikanischen Versuche in geeigneter Weise bearbeitet und zu einem anschaulichen Bilde geformt. Nordamerika hat sowohl mit Hilfe der Methode der Schlachtversuche, hauptsächlich aber mit Hilfe von Respirationsapparaten in zwanzigjähriger Arbeit eine Fülle von Ergebnissen gezeitigt, die in Deutschland noch längst nicht alle bekannt sind. Eine gründliche Benutzung der Literatur, unter sorgfältiger Angabe der Literaturangaben, zeichnet das Werk aus. Es wird im einzelnen der Energiewert der Nährstoffe und der Futtermittel diskutiert, wobei ähnliche Schwierigkeiten zu überwinden sind, wie wir sie aus den großen Originalarbeiten von Kellner kennen. Dann wird der Energiebedarf für Erhaltung der Tiere, sowie der Zusammenhang des Nährstoffüberschusses mit der Produktion behandelt. Lebendgewichtszunahme in ihrer Zusammensetzung ist das eine Ziel, Milchproduktion das andere. Für beide wird der Energiebedarf diskutiert und berechnet, und das Werk endet mit Angaben über die Ausbeute an Energie, welche bei der Mästung von Rindern, Schafen und Schweinen, sowie bei der Fütterung von Milchkühen zu erzielen sind.

An keiner Stelle sind Fragen der landwirtschaftlichen Praxis berührt, vielmehr wird in streng wissenschaftlicher Weise das gestellte Thema behandelt. Die dem Verfasser gestellte Aufgabe ist in glänzender Weise gelöst worden. Die Lektüre des Buches wird auch in Deutschland vielen Nutzen stiften.

F. Lehmann.

Internationales Agrarstatistisches Jahrbuch 1924—25. In englischer und französischer Sprache. Kommissionsverlag von Paul Parey in Berlin SW 11. Preis geheftet Rm. 7,—, in Ganzleinen gebunden Rm. 8,—.

Das Internationale Landwirtschaftsinstitut hat dieser Tage sein „Annuaire International de Statistique Agricole 1924—25“ veröffentlicht, einen 500 Seiten starken Band, der alles landwirtschaftlichstatistische Quellenmaterial sammelt, und daher wohl in seiner Art einzig dasteht, und gegenwärtig die reichhaltigste Publikation auf diesem Gebiete sein dürfte. Es genügt allein, wenn man anführt, daß in ihm Daten gegeben werden bezüglich des Flächenumfanges und der Bevölkerungszahlen aller Länder der Welt, zugleich mit den Relativzahlen der Verteilung der landwirtschaftlich genutzten Fläche dieser Länder, ferner Angaben über die Produktion und die Erträge der wichtigen Kulturen per Hektar, über den Viehbestand nach allen Gattungen, über den Handel mit Agrarprodukten, über Preise, Wechselkurse, Seefrachten, chemische Düngemittel, usw. usw.

Von besonderer Bedeutung sind die Kapitel, in denen die Weltproduktion der hauptsächlichsten Agrarprodukte und der Welthandel berechnet werden. Ebenfalls außerordentlich interessant sind die Gegenüberstellungen von Vorkriegs- und Nachkriegsdaten, aus denen hervorgeht, wie die Landwirtschaft nach den erheblichen Störungen durch den Weltkrieg allmählich wieder das weltwirtschaftliche Gleichgewicht wiedererlangt.

Eine dem Zahlenwerk vorausgehende Einleitung gibt eine prägnante Darstellung der Lage in der Landwirtschaft in der Zeit 1924—25, die mit neuesten Daten bezüglich der Veränderungen der Anbauflächen, und des Viehstandes, der Richtungsverschiebungen im Weltverkehr, der Waren, Preis- und Seefrachtenbewegung, und endlich betreffs der Produktion chemischer Düngemittel arbeitet.

Der Band ist von größter praktischer Bedeutung für alle landwirtschaftlich interessierten Kreise, für Handels- und Finanzleute, und bietet zugleich ein umfangreiches und faktisches Quellenmaterial für alle, die den wichtigen Problemen der Weltwirtschaft auf den Grund gehen wollen.

Handbuch für Pferdezüchter von Georg Graf Lehndorff. Siebente, neubearbeitete Auflage, herausgegeben von Siegfried Graf Lehndorff. Mit 2 Tafeln und 26 Textabbildungen, Gr. 8°, 420 Seiten. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1925. Preis geb. Rm. 15.—.

Das „Handbuch", in erster Auflage vor nunmehr 44 Jahren erschienen, hat seinen Wert bis heute nicht verloren. Die vorliegende 7. Auflage ist, wie schon die vorhergegangene, von dem Sohne des Verfassers neubearbeitet herausgegeben. Herausgeber war mit bestem Erfolg bemüht das klassische Werk in einer Form vorzulegen, die — ohne den inneren Aufbau desselben zu zerstören — den Fortschritten der Neuzeit auf den einschlägigen Gebieten gerecht zu werden vermag. Das Buch will kein Lehrbuch im landwirtschaftlichen Sinne und ganz besonders kein Rezeptbuch sein. Hier spricht der Pferdezüchter und -kenner und zwar einer der besten aller Zeiten zu seinen Berufsgenossen, schöpfend aus der Erfahrung eines an Arbeit und Erfolgen reichen Lebens im Dienste der Pferdezucht. Die Fülle des verarbeiteten Materials bietet jedem Pferdezüchter Neues und Lehrreiches in einer originellen leicht faßlichen Darstellungsweise. Das Werk behandelt zunächst Bedeckung, Trächtigkeit und Geburtshilfe; die krankhaften Erscheinungen nach der Geburt, das Verfohlen und die Fohlenkrankheiten sind eingehend besprochen. In den Kapiteln „Beurteilung des Pferdes vom Standpunkt des Konsumenten bezw. Produzenten" sind u. a. die Züchtungsmethoden und Aufzuchtmaßnahmen kritisch beleuchtet, die Aufgaben der Voll- und Halbblutzucht gewürdigt. Die eingestreuten Tabellen enthalten Material von hohem züchterischen und historischem Wert, daneben bilden die im Anhang beigefügten Ahnentafeln eine wertvolle Bereicherung des Textes.

Das Werk, wenn auch in erster Linie für den Voll- und Halbblutzüchter geschrieben, ist von so hohem und allgemeinem Wert, daß es in der Bibliothek jedes Pferdezüchters zu finden sein muß. Vogel.

Druck von Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) in Langensalza.

Dreiundsiebzigster Band. Heft IV.

Journal

für

Landwirtschaft.

AGRICULTURAL LIBRARY

Im Auftrage der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover

herausgegeben unter Beteiligung der landwirtschaftlichen

Institute, Laboratorien und Versuchsanstalten deutscher Hochschulen.

THE LIBRARY OF THE
JAN 28 1926
UNIVERSITY OF

Unter Mitwirkung von

Dr. Schermer, Professor, Direktor des Tierarznei-Instituts

Dr. E. Blanck, Professor, Direktor des agrikulturchemischen Instituts

Dr. J. Schmidt, Professor, Direktor des Tierzuchtinstituts

Dr. W. Seedorf, Professor, Direktor des Instituts für landw. Betriebslehre

Dr. O. Tornau, Professor, Direktor des landwirtschaftlichen Versuchsfeldes

Dr. F. Lehmann, Geh. Reg.-Rat, Professor, Direktor der landwirtschaftl. Versuchsstation

Dr. Rippel, Professor, Direktor des landw.-bakt. Instituts

herausgegeben von

Dr. C. von Seelhorst,
Geh. Regierungsrat, Professor
zu Göttingen.

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW. 11, Hedemannstraße 10 u. 11
1925.

Vier Hefte bilden einen Band.

Ausgegeben im November 1925.

Inhalt.

	Seite
Beiträge zur Genetik des Weizens. Von Dr. phil. **Konrad Meyer** . . .	241
Untersuchungen über das Ausstreuen des Kalkstickstoffs mit Erde. Von **E. Blanck** und **F. Giesecke**	305
Bücherbesprechungen	317

Von jedem Artikel werden 25 Sonderabdrücke unberechnet geliefert. Die Verantwortung für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser.

Nachdruck und Übersetzung von Originalartikeln untersagt.

Landwirtschaftliche Jahrbücher.

Band LXII, Heft 5 erschien mit folgendem Inhalt: Kohlenstoff und Pflanze. Von Dr. **W. Riede** — Über die Wirkung von Kaliendlaugen auf Boden und Pflanze auf Grund von Düngungsversuchen auf Wiesen, welche alljährlich durch kaliendlaugenhaltiges Flußwasser überschwemmt werden. Von **O. Nolte** und **A. Gehring.** — Das Versuchsfeld der Lehr- und Versuchsfarm Peterhof bei Riga in den Jahren 1904—1914. Von Professor Dr. **W. von Knieriem.** — Die Kultivierung und Besiedlung des Havelländischen und Rhinluches. Von Dr. **Haus Simon.**

Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen.

Band CIV, Heft 1—2 erschien mit folgendem Inhalt: Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß verschiedener äußerer Faktoren insbesondere auf den Aschengehalt in den Pflanzen. Von **Rudolf Seiden.** — Mitteilung der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien. Die Wertbestimmung des Rübensamens. Von **Johann Schindler.** — Vergleichung der Methoden zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration von Böden. Von **H. Niklas** und **A. Hock.** Aus dem Agrikulturchemischen Institut der Hochschule in Weihenstephan. — Die elektrometrische Titration in ihrer Bedeutung zur Bestimmung der Kalkbedürftigkeit unserer Böden. Von **H. Niklas** und **A. Hock.** Aus dem Agrikulturchemischen Institut der Hochschule Weihenstephan. (Mit 9 Abbildungen.) — Der Zuckertransport durch die Pflanze. Von **Adolf Mayer.** — Aus dem Agrikulturchem. und Bodenkundl. Institut der Universität Göttingen. Ein Beitrag zur Frage: Hat der Atmungsprozeß abgeernteter Pflanzen Bedeutung für die exakte Durchführung eines Vegetationsversuches? Von Dipl.-Ing. Dr. phil. **F. Giesecke.**

Verlag von Paul Parey in Berlin SW 11, Hedemannstr. 10 u. 11.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW 11, Hedemannstraße 10 u. 11

Soeben wurde vollständig:

Deutsche Hochzuchten,

herausgegeben von

Dr. E. Ramm,

Staatssekretär im Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten in Berlin.

Band I: Rinderhochzuchten.

Herausgegeben von **W. Gatermann.**

Mit 154 Textabbildungen und 7 Farbendrucktafeln.

Kartoniert, Preis Rm. 4,80.

Band II: Pferdehochzuchten.

Herausgegeben von **W. Gatermann.**

Mit 124 Textabbildungen und 2 Farbendrucktafeln.

Kartoniert, Preis Rm. 4,80.

Band III: Schweinehochzuchten.

Herausgegeben von Dr. **O. Butz.**

Mit 110 Textabbildungen und 3 Farbendrucktafeln.

Kartoniert, Preis Rm. 4,80.

Band IV: Schafhochzuchten.

Herausgegeben von Dr. **O. Butz.**

Mit 102 Textabbildungen und 3 Farbendrucktafeln.

Kartoniert, Preis Rm. 4,80.

Band V: Sommergerste, Wintergerste und Hafer.

Bearbeitet von Dr. **G. Fischer** und Dr. **H. Mickel.**

Mit 339 Textabbildungen.

Kartoniert, Preis Rm. 4,—.

Band VI: Sommerroggen, Winterroggen, Sommerweizen, Winterweizen.

Bearbeitet von Dr. **G. Fischer** und Dr. **H. Mickel.**

Mit Textabbildungen.

Kartoniert, Preis Rm. 4,—.

Soeben erschien:

Handbuch der Tabakkunde, des Tabakbaues und der Tabakfabrikation in kurzer Fassung.

Von

Dr. **Richard Kißling,** Bremen.

Fünfte, neubearbeitete Auflage.

Mit 101 Textabbildungen.

Gebunden, Preis Rm. 18,—.

Kißlings bereits in fünfter Auflage vorliegendes Handbuch gilt längst als das führende auf seinem Gebiete. Es ist für jeden ganz unentbehrlich, der mit der Tabakkunde, dem Tabakbau und der Tabakfabrikation irgendwie zu tun hat. Dem heutigen Stande der Wissenschaft und Praxis entsprechend behandelt es in ungemein übersichtlicher und klarer Darstellung die einzelnen Zweige des Faches.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Paul Parey in Berlin SW 11, Hedemannstraße 10 u. 11.

Soeben erschien:

Kühn-Archiv.

Arbeiten aus den landwirtschaftlichen Instituten der Universität Halle.

Herausgegeben von den Professoren
Dr. **G. Frölich**, Dr. **K. Steinbrück** und Dr. **Th. Roemer.**

Neunter Band.

Festschriften zur Feier des 100. Geburtstages von Julius Kühn.

Zugleich erster Sonderband: **Pflanzenbau.** Herausgegeben von Prof. Dr. Th. Roemer.

Mit Textabbildungen. Preis Rm. 18,—.

Inhalt: Das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Halle-Saale 1914—1925. Von Prof. Dr Th. Roemer. — Die Einfelderwirtschaft auf dem Versuchsfelde des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Halle. 2. Bericht. Von Prof. Dr. Th. Roemer und Dr. Ihle. — Über den Einfluß der Witterungsfaktoren auf die Ernteerträge. Von Prof Dr. P. Holdefleiß — Das Kupfer als Beizmittel gegen den Steinbrand. Von Prof. Dr. M. Hollrung. — Kann das Risiko der Feldwirtschaft durch ackerbautechnische Maßnahmen gemindert werden? Von M. Kramer. — Untersuchungen über die Keimungsbedingungen von Tilletia-Sporen. Von J. Hahne. — Ueber die Reizwirkung von Metallsalzen auf die Keimung von Gerste. Von J. Noeldechen. — Untersuchungen über den Pflanzenbestand auf Dauerweiden des Mitteldeutschen Binnenlandes — Von E. Staerk. — Die Hartschaligkeit bei Lupinus angustifolius. Von O Kühn. — Untersuchungen über die Empfänglichkeit des Sommerweizens für Ustilago tritici und den Einfluß der äußeren Bedingungen dieser Krankheit. Von A. Tiemann.

Zehnter Band.

Festschriften zur Feier des 100. Geburtstages von Julius Kühn.

Zugleich erster Sonderband: **Betriebslehre.** Herausgegeben von Prof. Dr. K. Steinbrück.

Preis Rm. 12,—.

Inhalt: Die ausländischen Wanderarbeiter in der deutschen Landwirtschaft in der Vor- und Nachkriegszeit und die Frage ihres Ersatzes, unter besonderer Berücksichtigung der Provinz Sachsen. Von Prof. Dr. K Steinbrück unter Mitwirkung von Dr. E. Woermann. — Ueber die Ermittlung der ökonomischen Grenze in der Viehhaltung. Von Dr. Oskar Reinhold-Groß-Rosenburg. — Untersuchungen über die Anwendbarkeit von verschiedenen Pachtzinsformen bei größeren Landgütern. Von Dr. Werner Dyhrenfurth, Petersdorf. — Die Grundlagen, die Aufgaben und der gegenwärtige Stand der inneren Kolonisation in der Provinz Ostpreußen. Von Dipl.-Landwirt Hermann Schmidt. — Verzeichnis und kurze Inhaltsangabe der nach dem Kriege nur handschriftlich bei der Fakultät eingereichten Dissertationen, die im Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre angefertigt sind.

Berichte über Landwirtschaft.

Zeitschrift für Agrarpolitik und internationale Landwirtschaft.

Herausgegeben vom
Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft.

Soeben erschien:

Neue Folge. Band III, Heft 3.

Abonnementspreis Rm. 9,—. Einzelpreis Rm. 10,—.

Früher erschienen: Neue Folge, Band I (4 Hefte) Preis Rm. 13,40, Band II (4 Hefte) Preis Rm. 23,—. Band III Heft 1 Abonnementspreis Rm. 5,—. Band III Heft 2 Abonnementspreis Rm. 8,—.

Inhalt des 3. Heftes von Band III:

Berichte, Aufsätze: Die Konzernbildung der westdeutschen Großmühlen. Von Prof. Fritz Beckmann, Bonn. — Der Getreideverkehr der Welt vor und nach dem Kriege. Von Privatdozent Dr. Kurt Ritter, Berlin. — Bemerkungen zu Ritters Aufsatz über „Getreideverkehr der Welt vor und nach dem Kriege". Von M. Sering. — Die niederländische Landwirtschaft. Von A. H. Joustra. — Entwicklungstendenzen der Rindviehhaltung in der Niederländischen Landwirtschaft. Von Dr. W. Wilmanns. — **Mitteilungen. — Literatur. — Verschiedenes.**

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Hierzu eine Beilage der Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW 11, betr. „Krafft, Lehrbuch der Landwirtschaft".

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 111827850